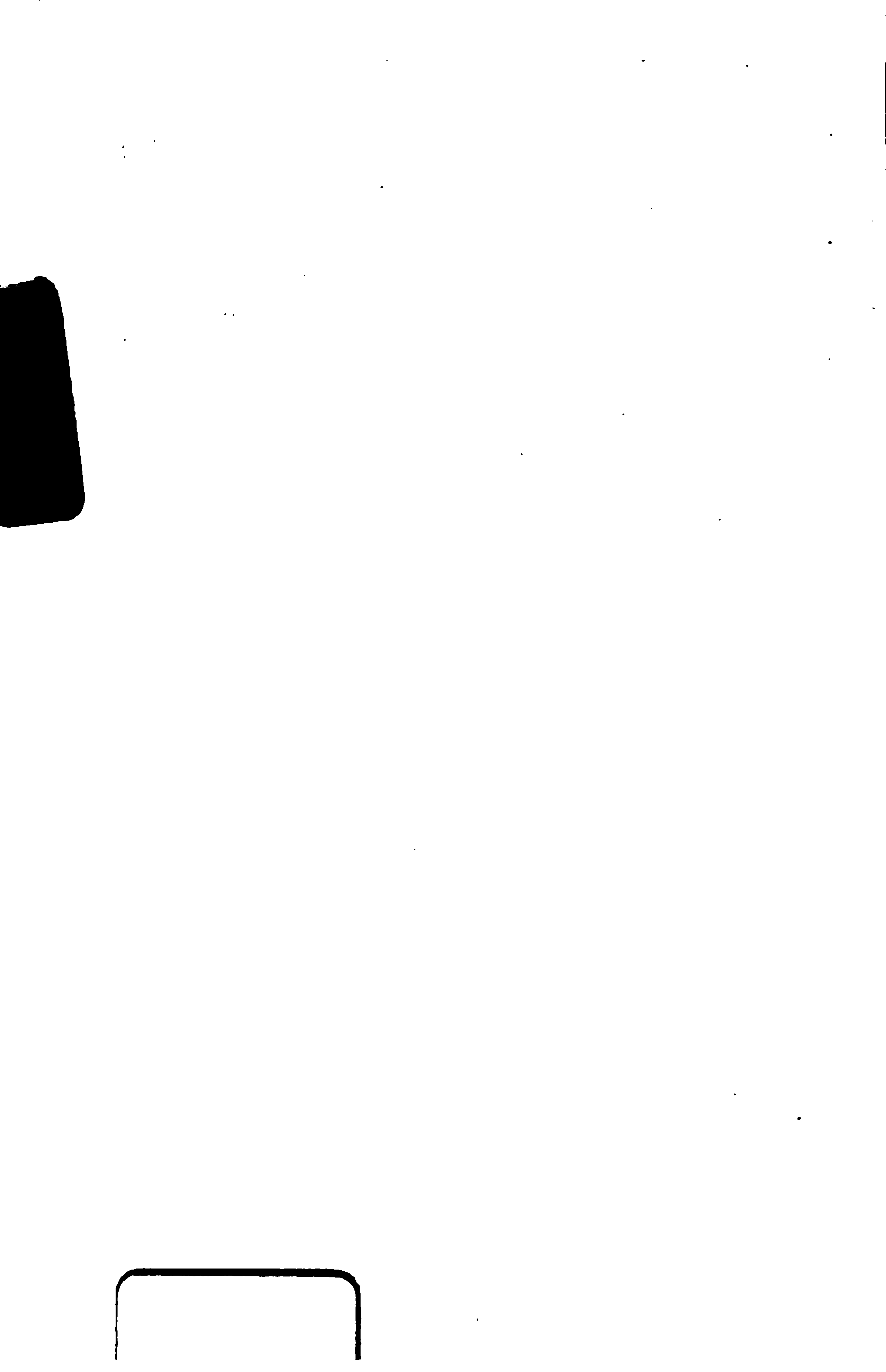




ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

ERSTER BAND

MIT 25 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 101 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1877.

Inhaltsverzeichniss des ersten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 25. Januar 1877.)

Heft V. (Geschlossen am 9. Juli 1877.)

I. Mineralogische Mittheilungen.

(Neue Folge.)

Von

G. vom Rath in Bonn.

(Mit Tafel I und II.)

---

1. Zur Krystallisation des Goldes.

Die Kenntniss der Krystallformen des Goldes verdanken wir vorzugsweise G. Rose, welcher auf seiner grossen russischen Reise zahlreiche Goldvorkommnisse sammelte und diese sowie auch Goldproben und -krystalle aus andern Ländern (Siebenbürgen und Brasilien) sowohl in chemischer als krystallographischer Hinsicht untersuchte (G. Rose, Chemische Zusammensetzung des gediegenen Goldes, besonders des Goldes vom Ural. Pogg. Ann. Bd. 23, S. 161—195 (1831) und Krystallformen des Goldes und des Silbers. ib. S. 196—204). G. Rose bestimmte die Formen und Zwillingsbildungen (darunter den merkwürdigen Fünfling von Boitza) des normal und deutlich krystallisirten Goldes; die blattförmigen, zahn- und haarförmigen Gestalten des Edelmetalls, welche besonders charakteristisch für dasselbe sind, blieben vorläufig von der Untersuchung ausgeschlossen. Diesen sogen. nachahmenden Gestalten und ihrer Zurückführung auf die normale Krystallisation ist die folgende Darlegung gewidmet, welche demnach eine kleine Ergänzung der vortrefflichen Untersuchung G. Rose's darbietet und, wie ich hoffe, in jenen bisher weniger untersuchten Formen des Goldes ungewöhnliche Erscheinungsweisen des regulären Systems kennen lehren wird.

Meistens sind die Blättchen, Fäden und Drähte des Goldes sehr schwierig zu entziffern, da durch Kleinheit der krystallinischen Elemente, Verzerrung und Krümmung der Flächen die Wahrnehmung sehr erschwert wird. — Da bot sich mir, zum Studium des Goldes durch einen Besuch in Vöröschpatak angeregt, in einer herrlichen Goldstufe der früher Krantz'schen

Sammlung der Schlüssel zur genaueren Entzifferung der tafel- und blattförmigen Gebilde dieses Metalls dar. Die Goldplatte in Rede bildete bereits den Gegenstand einer eingehenden Untersuchung Hessenberg's (Min. Notizen, Nr. 7, S. 39), auch erwähnte ich sie in einem Vortrage in der niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk. v. 13. März. 1876 (Verh. naturhist. Verein 33. Jahrg. Sitzungsber. S. 72); doch erst vor Kurzem gelang es, die Tektonik der Platte bis in alle Details zu verfolgen.

Vortrefflich schildert Hessenberg die bewundernswerthe Skulptur der Platte, von welcher Fig. 1 ein Bild in Naturgrösse zu geben versucht. In den kleinsten Elementen des Gebildes »sieht man es überall glänzen und spiegeln«. — »Als besondere Eigenthümlichkeit fällt auf den oktaëdrischen Tafelflächen eine dreifache, unter 60° sich schneidende, reihenweise Anordnung und Verbindung der aufsitzenden Kryställchen und feinsten Elemente in die Augen, indem dieselben sich hier wie Perlen an einander reihen, dort zu schnurgraden Stäbchen und Bändern verlängern, auch in einander übergehen und so ein gleichseitig dreieckiges, zierliches Netz- und Maschenwerk bilden. Die Richtung dieser Stäbchen und Reihen ist rechtwinklig zu den Combinationskanten zwischen Würfel und Oktaëder, kreuzt sich rechtwinklig mit einer auf den Oktaëderflächen vorhandenen Streifung. Besonders auf der einen Flachseite der Stufe steigert sich dieser verwickelte Bau zur grössten Zierlichkeit. Die Erscheinung ist hier die eines spiegelnden Goldblechs, dessen Fläche dreiseitig durchzogen und nur theilweise überragt ist mit Systemen von gradlinigen Stämmen, Aesten und Zweigen, auch federartigen und stickereiähnlichen Gebilden, welche sich gegen den Rand mehr verfransen, so dass sich das bewaffnete Auge daselbst wie in einem Wald der feinsten, baumähnlichen und andern nachahmenden Gestalten verliert.« Gewisse Theile der Platte, mit der Lupe betrachtet, ähneln dem herrlichsten Goldbrocat.

Die tafel- resp. blattförmige Ausbildung der Goldkrystalle beruht, wie bekannt, durchaus auf Zwillingsbildung; man überzeugt sich davon leicht bei Betrachtung des Randes unserer Tafel, besonders links oben der Fig. 1. Es entwickeln sich hier die in der Platte selbst fest geschlossenen Elemente zu mehr isolirten Krystallen, welche sämmtlich Zwillinge parallel der Oktaëderfläche sind. Es ist die charakteristische Zwillingsverwachsung des Mittelkrystalls Fig. 2, welche keine einspringenden, sondern nur ausspringende Kanten (von 38° 56′ zwischen den Oktaëderflächen, und 70° 32′ zwischen den Würfelflächen) darbietet. An einigen wenigen Krystallen bemerkt man noch lineare Abstumpfungen der Kanten $o:a$ durch das Ikositetraëder $3\,O3$. Die ebene Fläche der Ober- und Unterseite der Goldplatte gehört, was kaum zu erwähnen nöthig, einer Oktaëderfläche, der Zwillingsebene, an. Die krystallinischen Elemente jeder Seite behaupten vorherrschend ein und dieselbe Stellung, sodass die Ober- wie die Unterseite der

Tafel im Wesentlichen als je Ein Individuum zu betrachten, die eine mit der andern in Zwillingsstellung verbunden. Die normalen Zwillinge, wie sie an der Peripherie zur Ausbildung gelangen, erfahren nun in dem Brocatgewebe der Tafel eine eigenthümliche Verzerrung, welche sich vor Allem deutlich in den drei parallelen etwas hervortretenden Stäben offenbart. In einem leider abgebrochenen schmalen Fortsatze, welcher sich dem links unten befindlichen rechtwinkligen Ausschnitt der Tafel einfügte, war es möglich, die anomale Streckung der Elemente, welche das ganze Gewebe der Tafel bedingt, zu erkennen. An einem etwas freieren Kryställchen (Länge 3, Breite und Dicke etwas über 1 mm) war auf das deutlichste die Gestalt der Fig. 3 wahrnehmbar. Die Längenausdehnung des Krystalls geschieht also — wie auch schon Hessenberg angibt — normal zu einer Kante zwischen Würfel und Oktaëder und parallel einer Diagonale (Höhenlinie) derjenigen Fläche *O*, welche als Zwillingsebene fungirt. Dem Krystall Fig. 3 ist eine solche Stellung gegeben, dass die Zwillingsebene die normale Lage der Axenebene (*bc*) erhält. Die Richtung, in welcher die anomale Ausdehnung der Kryställchen erfolgt, ist demnach eine andere, wie diejenige der Kupferkrystalle von Bogoslowsk, welche sich zu sternförmigen Gebilden vereinigen und von G. Rose scharfsinnig gedeutet wurden (G. Rose, Reise n. d. Ural etc. I. S. 401). Die Streckungsrichtung der Kupferkrystalle geht nämlich parallel einer durch *d*, ∞O abgestumpften Kante *o* : *o*, Fig. 3. Es folgt hieraus, dass die sechs Strahlen der von G. Rose beschriebenen sternförmigen Verwachsung des Kupfers bei gleicher krystallographischer Stellung mit der Goldplatte die Winkel der Goldstäbe halbirend, sich zwischen dieselben legen würden. Die Gebilde Fig. 3 sind nun die eigentlichen tektonischen Elemente der Goldplatte, indem sie mit der Vorderseite der oberen, mit der Hinterseite der untern Fläche derselben angehören. Noch ist zu erwähnen, dass, während die übrigen Flächen normal ausgebildet sind, die beiden zur Zwillingsebene senkrechten Dodekaëderflächen kastenförmige Vertiefungen tragen. Aus diesen springen nun unter Winkeln von 60° zum primären Stabe zwei Systeme oder Richtungen von Seitenstäben hervor; oder — wie man es auch bezeichnen könnte — es senken sich die Seitenstrahlen mit ihren Zuspitzungen in jene Vertiefungen der Dodekaëderflächen hinein. Diese Seitenarme, von denen wieder zahllose Nebenstrahlen ausgehen, bilden lediglich Fortwachsungen des ersten gestreckten Krystalls, mit welchem sie ein einziges krystallonomisches Individuum darstellen. Jeder Strahl ist aber in sich wieder ein Zwilling. Sehr eigenthümlich sind die höchst zierlichen Krystallgebilde, welche als aufragende Fortwachsungen der goldenen Stäbe auf diese aufgesetzt, oft gleich goldenen Knöpfen an einander gereiht sind. Die Fig. 1*a* (ein vergrössertes Bild eines Theils der Platte) gibt dieselben in möglichst naturgetreuer Darstellung wieder, theils erblicken wir die Tafelfläche *o* nur

begrenzt von zwei Oktaëder- (*o*) und zwei Würfelflächen (*a*), theils tritt noch die vierte Oktaëder-, resp. die dritte Würfelfläche hinzu. Zuweilen erscheinen diese kleinen parasitischen Goldkryställchen an den Seiten in eigenthümlicher Weise zugeschärft durch Flächen des Ikositetraëders *i*, 3 *O* 3. Die ganze Platte nun besteht wesentlich aus den beschriebenen Stäben, über deren ebenen, fast ganz geschlossenen Spiegel nur die herrschenden Strahlen sich etwas erheben, wie es in der Fig. 1*a* gezeichnet ist. Ueber die Platte sind ferner sowohl auf der Ober- wie auf der Unterseite zahlreiche Kryställchen in der normalen Combination des Mittelkrystalls gleichsam aufgestreut, theils in Parallelstellung mit ihrer Unterlage, theils zu derselben in Zwillingsverwachsung. Auch unter den gestreckten resp. stabförmigen Plattenelementen gehören einige ihrer Stellung nach der entgegengesetzten Plattenseite an und sind als Fortwachsungen dieser zu betrachten. Auch an dem nur dünnen Tafelrande sieht man zuweilen Zwillinge in verwendeter Stellung neben einander, sodass die Ober- und Unterseite hier, am Rande der Platte, mehrfach gleichsam durch einander geflochten sind. So gehört das nach vorn gewandte Individ des Zwillings *I* der Oberseite der Platte an, die entsprechende Hälfte des kleinen Zwillings *II* der Unterseite. In dieser eigenthümlichen Weise, durch Aneinanderfügung von Krystallelementen, welche nach den Diagonalen der Oktaëderfläche gestreckt sind, ist unsere Goldtafel gewirkt, von deren »Schönheit Glanzgewimmel« freilich weder Zeichnung noch Worte ein Bild geben können. — Dies Gesetz der Bildung scheint den blattähnlichen Gestalten des Goldes stets zu Grunde zu liegen; denn wo man die Elemente erkennen kann, strecken sie und reihen sich an einander parallel der angedeuteten Richtung, wenngleich an keiner zweiten Stufe unserer Sammlung die goldenen Stäbe in ähnlicher Vollkommenheit ausgebildet sind.

Nach demselben tektonischen Gesetze, Fortwachsung in den Diagonalen der Oktaëderflächen, ist ein sternförmiges Goldgebilde von Faczebagy gebaut (über Faczebagy s. Verh. naturhistor. Verein f. Rheinl.-Westfalen, 33. Jahrg. 1876. Sitzungsber. S. 61); aufgewachsen auf körnigem Kalkspath, offenbar einem Gangvorkommniss angehörig. Die nur 30 mm grosse Stufe, deren goldene Strahlengruppe in doppelter Vergrösserung die Fig. 4 darstellt, gehört gleichfalls der früher Krantz'schen Sammlung an. Die Entzifferung dieses Gebildes war etwas schwierig, da eine genauere Messung nicht möglich und bestimmte Flächen in der Endigung der Strahlen wegen Rundung nicht zu erkennen waren. Auch wurde die richtige Auffassung anfangs verhindert durch die Voraussetzung, dass dieser Goldstern in gleicher Weise gebildet sein müsse, wie die Kupfersterne von Bogoslowsk. Nachdem indess ermittelt, dass jeder Strahl ein Durchkreuzungszwilling, sowie dass die zu einem Strahle verbundenen Individuen ihre Flächen in parallele Ebenen legen, dass endlich die Strahlen Prismen von rhombischem

Querschnitte sind, deren stumpfe Kanten (annähernd gemessen = 101—102°) in derselben Ebene, der Sternebene, liegen, so ergab sich die Deutung leicht.

Die Krystallelemente werden nämlich von je zwei Flächen des Pyramidenwürfels ∞O2 gebildet, welche, in der hexaëdrischen Ecke gegenüberliegend, parallel ihrer Kante (auf die vollflächige Form ∞O2 bezogen, — einer verborgenen Kante) gestreckt sind.

Fig. 5, eine grade Projection des Pyramidenwürfels ∞O2 auf eine oktaëdrische Ebene, wird die sternförmige Verwachsung, Fig. 4, leicht erklären. Man denke sich die Fig. 5 um die trigonale Axe 60° oder 180° gedreht, so ergibt sich die Stellung des Zwillingsindivids, welches sich — da zufolge der hier stets stattfindenden Verkürzung parallel der Zwillingsaxe die randlich liegenden Flächen fortfallen — durch äusserliche Charaktere ebensowenig von dem ersten Individ unterscheidet, wie der Zwilling Fig. 5*a* von einer Form, welche auch dem einfachen Krystall ∞O2 zukommen würde, wenn er sich pararallel einer trigonalen Axe verkürzte. An unserer Goldstufe haben sich nun die Individuen durchkreuzt und parallel einer Lateralkante des Pseudodihexaëders, d. h. einer Flächendiagonale des Oktaëders gestreckt. Fig. 5*b* stellt demnach ein solches Zwillingselement des sternförmigen Goldes dar. Die Individuen begrenzen sich in zwei zu einander normalen Ebenen, welche die stumpfe, resp. die scharfe (seitliche) Kante des pseudorhombischen Prisma halbiren. Die letztere ist Zwillingsebene und entspricht der Sternfläche. Wenngleich die in Fig. 5*b* dargestellte Form in genau gleicher Ausbildung auch bei einem Berührungszwilling vorkommen kann und beim Kupfer, z. B. von der Grube Friedrichsegen bei Lahnstein (s. G. Seligmann, Beschr. d. auf Friedrichsegen vork. Min.; Verh. naturh. Vereins f. Rheinl.-Westf. 1876, XXXIII. 4. Folge. 3. Bd. Taf. I. Fig. 15) in der That beobachtet wird; so gehört sie doch beim sternförmigen Golde einem Durchkreuzungszwillinge an. Man erkennt dies daraus, dass die stumpfe Kante gewöhnlich einen einspringenden Winkel trägt, in dem vergrösserten Bilde 4*a* durch eine gestrichelt punktirte Linie bezeichnet. Die zur einspringenden Kante sich begegnenden Flächen spiegeln nun vollkommen ein mit den Prismenflächen, häufig verläuft auch die Grenze nicht über die stumpfe Kante, sondern über eine Prismenfläche; an dem kleineren Strahl Fig. 4*a* angedeutet. Eine feine Linie trennt alsdann die beiden vollkommen in's Niveau fallenden Hälften der betreffenden Fläche. Auf diese Weise erklären sich alle Erscheinungen der sternförmigen Goldverwachsung.

Wir gehen nun zur Betrachtung der nadel-, zahn- oder haarförmigen Goldkrystallisationen über. Den Schlüssel zum Verständniss dieser Gestalten, welche so auffallend den symmetrischen Charakter des regulären Systems zu verleugnen scheinen, bot ein unverbundenes kleines Haufwerk feiner Prismen und Nadeln sehr lichten Goldes aus Siebenbürgen (wahrscheinlich

von Zdraholz im Grubenrevier von Ruda) dar, von dessen wunderbar feinen Krystallgebilden die Figg. 6, 6*a*, 7 und 9 ein Bild zu geben versuchen. Eine der gewöhnlicheren Formen stellt rhombische Prismen dar, deren Kanten die Oktaëderwinkel (109° 28′ und 70° 32′) zeigen. Die Entstehung derselben wird aus den Figg. 6, 6*a* — sehr vergrösserte, doch möglichst naturgetreue Darstellungen — leicht ersichtlich sein. Fig. 6 bietet eine grade Projection auf die Zwillingsebene, eine Oktaëderfläche, dar, welche den stumpfen Winkel des Prismas halbirt. Dieses entsteht durch eine Vereinigung würfelförmiger Krystallelemente mit Durchkreuzung. Jedes der kleinen mit dem Stab seitlich verbundenen Kryställchen ist ein Zwilling (Combination von Würfel und Pyramidenwürfel $\infty O 2$), dessen eine Hälfte dem Beschauer zu-, die andere abgewandt ist. In der schiefen Projection Fig. 6*a* ist der Gruppe eine solche Stellung gegeben, dass man beide Individuen der kleinen Zwillingsgebilde wahrnimmt. In Fig. 6 ist die scharfe, in 6*a* die stumpfe Prismenkante nach vorne gewandt. Die Zuspitzung des Prismas wird durch zwei Pyramidenwürfelflächen eines jeden Individs gebildet. Die Streifung deutet auf eine Oscillation der Flächen $\infty O \infty$ mit $\infty O 2$. Zuweilen dehnen die Elementarzwillinge sich in der Weise aus, wie es in Fig. 6 (unten rechts) angedeutet ist. Zufolge der Symmetrie dieser Zwillingsverwachsung werden sechs verschiedene Richtungen in der Zwillingsebene eingesetzt, drei durch Ausdehnung der elementaren Kryställchen und ihre Aneinanderreihung parallel den Diagonalen der Würfelflächen (d. h. den sog. rhombischen Axen des regulären Systems), drei andere entsprechend den Lateralkanten des scheinbaren Dihexaëders, welches aus dem Pyramidenwürfel durch Zwillingsbildung entsteht (d. i. den Flächendiagonalen des Oktaëders). Die Richtungen beider Systeme bilden mit einander Winkel von 30°. Die Fig. 7 zeigt in Combination mit dem primären Stabe zwei durch Ausdehnung der beiden anderen Würfelflächen gebildete kurze Nebenstrahlen. Alle Elemente, welche in ein und derselben Ebene (stets die Zwillingsebene) angeordnet sind, gehören stets nur zweien Individuen an.

Nicht selten finden sich auch in demselben losen Aggregat von goldenen Nadeln feine Prismen mit deltoidischem (d. h. symmetrisch trapezoidischem) Querschnitte, deren Kanten 109° 28′, 70° 32′ und 90° (letzterer Winkel zweimal) messen, s. Fig. 8, nach einer Goldstufe von Vöröschpatak gezeichnet. Diese Prismen sind Berührungszwillinge nach gleichem Gesetz gebildet wie jene rhombischen Nadeln; jedes der zum Zwilling verbundenen Individuen ist eine Combination einer Würfel- und einer Dodekaëderfläche, beide sind durch eine verschiedene Streifung kenntlich; die erstere Fläche mit der oben angedeuteten Facettirung, die Fläche ∞O mit dichter Streifung normal zur Kante versehen. Beide Zeichnungen weisen auf die Flächen des Pyramidenwürfels $\infty O 2$ hin. Die Prismen von Zdraholz verjüngen sich gegen den Scheitel nadelförmig; während die entsprechenden Zwillinge von

Vöröschpatak kleine Flächen ($\infty O \infty$ und $\infty O 2$) in der Zuspitzung erkennen lassen, wie die Fig. 8 sie andeutet. — Mit den geschilderten Gruppirungen ist indess die Mannichfaltigkeit unserer Gebilde keineswegs erschöpft. Unter den mehrfachen Verwachsungen trifft man häufig Fünflinge, theils als fünfseitige Prismen ohne Nebenarme erscheinend, theils mit seitlichen Zwillingsstrahlen, welche Winkel von 60° mit dem mittleren Strahl bilden. Einen Fünflingskrystall der letztern Art stellt Fig. 9 dar. Das mittlere Prisma besitzt vier Kanten von 70° 32′ und eine (die durch eine punktirte Linie auf der Hinterseite angegebene) von 77° 52′. Diese letztere ist keine wahre Zwillingskante, wie es jene vier andern sind. Zuweilen scheint die Zusammensetzung der centralen Nadel noch komplicirter zu sein, als es in der Fig. angedeutet, wie man an sehr feinen Grenzen sieht, welche nahe und parallel den Kanten herablaufen. Die Zuspitzung wird durch Flächen $\infty O 2$ gebildet; doch verjüngen sich diese Prismen in dem Maasse, dass man die Endflächen nicht mehr deutlich wahrnehmen kann; insofern ist die symmetrische, zehnflächige Scheitelkrystallisation der Figur als mehr oder weniger ideal zu betrachten. Die fünfseitige Nadel starrt nun von kleinen Fortwachsungen, theils dreiflächigen Doppelpyramiden, theils rhombischen Nebenstrahlen, von denen einige in der Fig. gezeichnet sind. Die Kante I trägt zwei hexaëdrische Zwillinge von genau gleicher Bildung, wie sie oben geschildert wurde. Der Kante II ist ein rhombischer Nebenstrahl angefügt, aufwärts gerichtet und mit der Verticalen 60° bildend. Während die kleinen Zwillinge mit dreiseitigem Umrisse blosse Fortwachsungen der beiden zur Kante I zusammenstossenden Individuen sind, so sind die rhombischen Strahlen durchkreuzte Fortwachsungen. Stets liegen die scharfen Prismenkanten 109° 28′ seitlich, während die stumpfen Kanten von 70° 32′ sich berühren. Auf die Kante III sind zwei rhombische Seitenstrahlen aufgesetzt, von denen der eine aufwärts der andere abwärts neigt. Durch alle diese Fortwachsungen, seien es einfache oder gekreuzte Zwillinge werden keine neuen Individuen eingesetzt; vielmehr bilden die beiden Strahlen der Kante III mit den zu dieser Kante zusammenstossenden Krystallen nur zwei Individuen. Zuweilen fügen sich den Seitenstrahlen auch neue Individuen hinzu. Ich bemerkte unter ihnen Fünflingskrystalle gleicher Bildung wie der centrale Strahl. Die häufige Erscheinung der Verwachsung von fünf Individuen unter diesen Goldnadeln scheint in der Annäherung des Oktaëderwinkels an den Winkel des regulären Fünfecks (108°) begründet zu sein. — Von nicht geringem Interesse ist nun wohl die Vergleichung unseres Fünflingsprisma mit dem von G. Rose vor 46 Jahren bereits beschriebenen Fünflinge von Boitza, dessen vortreffliche Darstellung in Fig. 10 nach G. Rose wiederholt wurde. Dieselbe lehrt, dass die zur Gruppe vereinigten Krystalle Combinationen von Oktaëder und Würfel sind. Durch Ausdehnung der Flächen des letzteren

würden wir unser fünfseitiges Prisma Fig. 9 erhalten. Während das letztere keine einspringende Kante zeigt, besitzt der Zwilling von Boitza deren fünf, und zwar vier mit dem Winkel 38° 56′, die fünfte = 31° 36′. Diese letztere Kante entspricht jener einzelnen Kante von 77° 52′ des fünfseitigen Prisma.

Es lehrt demnach das Studium des blatt- und nadelförmigen Goldes, dass, wie dies Edelmetall an Werth und Schönheit fast alle andern Körper übertrifft, so auch seine Krystallisation ein ungewöhnliches Interesse erweckt und nur hinter wenigen Mineralien in Bezug auf Mannichfaltigkeit und Zierlichkeit der Formen zurücksteht.

2. Ueber eine eigenthümliche Zwillingsbildung des Speiskobalts.

Unter diesem Titel beschrieb der verewigte Naumann 1834 sehr merkwürdige baumförmige Krystallgruppen des Speiskobalts von der Grube Daniel bei Schneeberg, deren Zwillingsgesetz er in folgender Weise definirte: »Zwillingsaxe die Normale einer Fläche ven $3\,O\,{}^3/_2$; die Gebilde sind als vollkommene Durchkreuzungszwillinge zu beschreiben, in welchen beide Individuen nach der gemeinschaftlichen trigonalen Zwillingsaxe säulenförmig verlängert sind.« (S. Poggendorff's Ann. Bd. 31. S. 537—540.) Diese durch Naumann genau und vortrefflich mit Hülfe von Zeichnungen erläuterte Verwachsung scheint in etwa der Vergessenheit anheimgefallen zu sein. Ich finde sie in keinem Lehrbuche (mit Ausnahme der Mineralogie von Quenstedt, II. Aufl. S. 675) erwähnt, auch nicht in neueren umfangreichen Darstellungen der Zwillingsbildungen; selbst Naumann gedenkt derselben nicht mehr. Bei dem Interesse, welches sich an eine so ungewöhnliche Verwachsung, parallel einer Fläche des Hexakisoktaëders $3\,O\,{}^3/_2$ knüpft, erscheint es gewiss gerechtfertigt, die Aufmerksamkeit von Neuem auf jene kleine, aber treffliche Arbeit Naumann's zu lenken. Bevor ich die Gebilde in Rede einer erneuten Betrachtung unterziehe, erscheint es zum Verständniss derselben nöthig, die Schilderung Naumann's im Wesentlichen wiederzugeben.

In einer früheren Mittheilung (Pogg. Ann. Bd. 7. S. 337) hatte Naumann bereits auf jene Schneeberger Speiskobaltkrystalle aufmerksam gemacht, da sie ihm damals »mit dem Charakter des Tesseralsystems unvereinbar erschienen«. Auf Grund einer erneuten Untersuchung an ausgezeichneten Krystallen erkannte er, dass »die Zwillingsbildung in vollkommener Uebereinstimmung mit den Gesetzen des Tesseralsystems sei«. Die Fig. 11, eine Copie nach Naumann, stellt die Combination des Würfels *a*, des Oktaëders *o*, des Dodekaëders *d* und des Ikositetraëders *i* eines einfachen Krystalls dar. Die letzteren beiden Formen erscheinen nur mit den-

jenigen Flächen, welche ein und derselben trigonalen Axe parallel sind. Diese Krystalle sind stets Zwillinge, von denen die Fig. 12 – eine gerade Projection auf die Horizontalebene, welche einer Oktaëderfläche entspricht – ein deutliches Bild gibt. Die Individuen haben sich demnach durchwachsen mit Drehung um eine trigonale Axe; — doch ungleich der gewöhnlichen Zwillingsverwachsung im regulären System, beträgt die Drehung hier nicht 60° oder 180°. Naumann erklärt die vorliegende Verwachsung durch Annahme einer Zwillingsebene, welche in der gewählten aufrechten Stellung des Krystalls vertical sein würde. Es entsprechen dieser Anforderung Flächen derjenigen Hexakisoktaëder, welche die Kanten des Dodekaëders zuschärfen; ihre Formel $mO\frac{m}{m-1}$. »Um nun die Voraussetzung zu prüfen, dass wirklich eine Fläche dieser Art zur Erklärung des Zwillings geeignet sei, bedürfen wir eines Beobachtungselements; eine approximative Messung gab den Neigungswinkel zweier schmälerer prismatischen Flächen $i = 142°$, was sehr wohl mit jener Voraussetzung übereinstimmt, indem ihr zufolge dieser Winkel 141° 47′ 12″ sein würde. Wir hätten also in der That das Zwillingsgesetz: Zwillingsaxe die Normale einer Fläche von $3O^3/_2$ und es würden diese Zwillinge als vollkommene Durchkreuzungen zu beschreiben sein. Will man übrigens nur eine repräsentative Beschreibung geben, ohne auf das krystallonomische Gesetz für die Stellung beider Individuen zu reflectiren, so würde man etwa die Formel brauchen: beide Individuen haben eine trigonale Zwischenaxe gemein und das eine ist gegen das andere um 38° 12′ 48″ gedreht«. So weit Naumann.

Dass die Krystalle von ganz ungewöhnlicher Art sind, ist leicht ersichtlich; sie entbehren der regulären Symmetrie, welche bei Verwachsungen mit parallelen oktaëdrischen Axen Drehung von 90°, bei Vereinigung mit einer parallelen trigonalen Axe eine Drehung von 60° resp. 180° erheischt.

Eine zuvorkommende Gabe des Prof. Groth machte es mir möglich, diesen baumförmigen Verwachsungen des Speiskobalts ein erneutes Studium zu widmen. Schon der erste Anblick liess keine Zweifel darüber, dass es dieselben Gebilde sind, welche Naumann beschrieben hat; wie sie auch alles zu bestätigen schienen, was dieser vortreffliche Forscher angibt. Die Stufen bieten zugleich ein ausgezeichnetes Beispiel für die Krystalltektonik (Fortwachsung) nach den trigonalen Axen dar. An eine mittlere stabförmige Reihe von Kryställchen fügen sich drei quirlförmig gestellte, mit der Mittelaxe Winkel von 70° 32′ bildende, aufwärts strebende Stäbe an. Sämmtliche Kryställchen, aus denen die baumförmige Gruppe besteht, sind Zwillinge von gleicher Stellung, sodass das ganze Gebilde nur einen einzigen Zwilling darstellt. Während nun die weitaus grosse Mehrzahl der Kryställchen vollkommen der Beschreibung von Nau-

mann zu entsprechen scheinen, indem die einspringenden Kanten, welche zum Scheitel zusammenstossen, abwechselnd stumpfer und spitzer sind, finden sich doch auch einzelne Kryställchen, welche durchaus normale Zwillinge darstellen nach dem Gesetze »Drehungsaxe eine trigonale Axe«. Dieselben gleichen vollkommen den so bekannten Zwillingen des Flussspaths, des Bleiglanz etc. und erscheinen als durchwachsene Würfel mit Drehung um 60° resp. 180°; sie sind eine Combination des Würfels mit dem Oktaëder, Dodekaëder und Ikositetraëder 2*O*2, genau wie Fig. 11 dieselbe für einen einfachen Krystall darstellt. An diesen vereinzelten regelmässig gebildeten Speiskobaltzwillingen sind alle Flächen, vorzüglich diejenigen des Würfels eben und wohlgebildet. Die Flächen der letztern Form sind Quadrate. Die Hervorhebung dieser regelmässigen Ausbildung an einzelnen Kryställchen, welche sich, wie es scheint, weniger bestimmt der gemeinsamen baumförmigen Gruppe einordnen, geschieht, um den Gegensatz zu den Naumann'schen Zwillingen um so bestimmter zu betonen. Diese ungewöhnlichen Zwillinge haben nämlich stets gewölbte Flächen. Besonders zeigt sich diese Wölbung bei denjenigen Flächen, welche Naumann für solche des Würfels genommen. Auch bemerkt man bei allen abnorm verwachsenen Zwillingen, dass die Scheitelflächen nicht einem normalen Würfel angehören können, denn ihre Kanten messen niemals 90°; man erhält vielmehr, wenn man die Mitte der gewölbten Flächen spiegeln lässt, Winkel von 100° bis 105°. Ein Gleiches gilt natürlich auch für die ebenen Winkel und ist hier noch leichter wahrzunehmen. Man findet durchaus keinen Naumann'schen Zwilling mit wohlgebildeten Scheitelflächen; vielmehr sind sämmtliche Flächen dieser Gebilde verzerrt.

Wenn wir nun wahrnehmen, dass die Krystalle mit wirklichen Würfelflächen normale Zwillinge bilden, deren Drehungsaxe die trigonale Axe mit Rotation von 60° resp. 180°; dass hingegen die ungewöhnlichen, scheinbar schief durchwachsenen Krystalle stets verzerrte und gewölbte Flächen besitzen, welche am Pole statt eines Würfels ein spitzes Rhomboëder bilden, so irren wir wohl nicht, wenn wir die Ursache der abnormen Zwillingsverwachsung eben in der Flächenverzerrung suchen. Sollte es uns gelingen, unter dieser Voraussetzung, die scheinbar abnorme Verwachsung auf das gewöhnliche Zwillingsgesetz zurückzuführen, so würde eine solche Erklärung wohl den Vorzug verdienen vor der Annahme eines ganz ungewöhnlichen Zwillingsgesetzes, welches mit aller andern Erfahrung in Widerspruch steht. Indem ich eine solche einfachere Erklärung glaube gefunden zu haben, empfehle ich sie zur Prüfung den geehrten Fachgenossen, ausdrücklich betonend, dass sich die neue Auffassung nicht mit absoluter Sicherheit beweisen lässt, weil eben genaue Winkelmessungen an den Gebilden in Rede sich nicht ausführen lassen.

Ein Vergleich der normal gebildeten mit den verzerrten Zwillingen

lässt keinen Zweifel in Betreff der Wölbungsrichtung der Würfelflächen. Sie erfolgt im Sinne einer Pyramidenwürfelfläche. Die Fig. 13 zeigt einen normalen Zwilling mit den Flächen des Würfels *a*, des Oktaëders *o*, sowie derjenigen Flächen des Dodekaëders *d*, und Ikositetraëders *i*, 2*O*2, welche der Zwillingsaxe parallel sind. Ausserdem erscheinen als Kantenabstumpfungen zwischen Würfel und Dodekaëder die Flächen des Pyramidenwürfels *p*, deren durchaus approximative Messung auf ∞*O*4 hinweist. Die Verzerrung und Wölbung erfolgt nun in der Weise, dass statt des Würfels jedes Individ die drei abwechselnden Flächen ∞*O*4 ausbildet und zwar das eine Individ die zur Rechten, das andere die zur Linken liegenden. In der angedeuteten Weise entstehen aus den bezeichneten Flächen jenes Pyramidenwürfels Rhomboëder mit dem Polkantenwinkel von 103° 36′; und dieser Winkel stimmt so nahe wie die Flächenwölbung eine Messung überhaupt gestattet, mit der Scheitelbegrenzung der schief durchwachsenen Zwillinge überein. Denken wir uns demnach in der Fig. 13 statt der herrschenden Würfelflächen je eine und zwar die durch eine leichte Schattirung bezeichnete Fläche ∞*O*4 allein ausgebildet, so erhalten wir die in Fig. 14 und 14 *a* dargestellte Verwachsung, welche eine scheinbar anomale Durchkreuzung zweier Rhomboëder im Sinne von Naumann's Fig. 12 zeigt, in Wahrheit aber dem gewöhnlichen Zwillingsgesetze des regulären Systems entspricht. An diesen Rhomboëdern können begreiflicher Weise die Oktaëderflächen nicht als grade oder symmetrische Abstumpfungen der Lateralecken erscheinen. Dies stimmt auch vollkommen überein mit dem Auftreten der betreffenden Flächen an unsern Krystallen. Die ebenen Winkel, welche durch die beiden Rhomboëderflächen auf der Fläche *O* gebildet werden, sind stets verschieden, so dass wir es mit einer schiefen Abstumpfung der betreffenden Ecke zu thun haben. Freilich nimmt auch das Oktaëder an der allgemeinen Verzerrung theil; die Flächen sind namentlich steiler gegen die Verticalaxe geneigt, als es der normalen Lage entsprechen würde.

Gegen die obige Auffassung liesse sich mit Hinweis auf die Untersuchung Naumann's folgender Einwurf erheben; es stimme nämlich die von dem verewigten Forscher gemessene Neigung zweier Flächen des Ikositetraëders $(i:i) = 38°$ fast genau überein mit dem von ihm angenommenen Zwillingsgesetze. — Mir selbst ist es leider nicht gelungen, weder für die Scheitelflächen noch für die verticalen Flächen dieser Krystallgruppen auch nur einigermaassen genügende Messungen zu erhalten. Eine gleiche Unvollkommenheit resp. Flächenwölbung nahmen die HH. Websky und Groth an den Krystallen desselben Vorkommens in den unter ihrer Leitung stehenden Sammlungen wahr.

Wenn in der That zwei verticale Flächen, welche, wie Naumann angibt, der weniger stumpfen einspringenden Kante (Fig. 12 und 14 *a*)

anliegen, jene Messung ergaben, so waren es wahrscheinlich nicht Flächen des Ikositetraëders $2 O 2$, sondern sie gehörten dem Hexakisoktaëder $3 O \frac{3}{2}$ an. Zwei Flächen dieses Körpers bilden nämlich über der Dodekaëderfläche den Winkel 38° 13′ während die längere (sog. dodekaëdrische) Kante von $3 O \frac{3}{2} \doteq 21° 47'$. Die Eintragung der Flächen $3 O \frac{3}{2}$ (s) in die Figg. 14 und 14 *a* geschah nicht nach eigener Beobachtung, sondern um jene Angabe Naumanns durch die genannten Flächen zufolge der neuen Auffassung der Verwachsung zu erklären. Die gewöhnliche Ausbildung der verticalen Flächen ist aus der graden Projection Fig. 15 ersichtlich; sie sind gewölbt und zwar sowohl cylindrisch im Sinne der verticalen Axe, als auch gegen die Zuspitzungsflächen hin; ausserdem tragen sie eine starke Querstreifung.

Wenngleich nun die in obigem gegebene Deutung unsere Speiskobalt-Zwillinge von anomaler Ausbildung dem gewöhnlichen Zwillingsgesetze des regulären Systems unterordnet, so scheint doch eine unserer Voraussetzungen der Begründung zu entbehren und nur auf Willkür zu beruhen. Warum nämlich die Würfelfläche des einen Individs in der Richtung der zur Rechten liegenden Fläche des Pyramidenwürfels, diejenige des andern Individs im Sinne einer links liegenden Fläche verzerrt ist, dafür ist bisher kein zureichender Grund angegeben worden, — und dennoch entsteht hierdurch allein der Schein einer anomalen Durchwachsung unter einem Winkel, welcher sonst den Zwillingen des regulären Systems nicht zukommt. Indess ist es nicht schwer, jener Voraussetzung das scheinbar Willkürliche zu nehmen und die Verbindung eines in der Richtung nach Rechts mit einem andern in der Richtung nach Links verzerrten Individuum zu erklären.

Denken wir uns nämlich zunächst zwei identische Individuen in gleicher Stellung, alsdann das eine gedreht 180° um eine Normale zu einer Fläche $2 O 2$, oder mit andern Worten: durch einander gewachsen symmetrisch in Bezug auf eine Fläche $2 O 2$, so erhalten wir die oben geschilderte Gruppe. Es ist dies derselbe Ausdruck des Zwillingsgesetzes, mit Hülfe dessen man am zutreffendsten auch gewisse Zwillinge der Zinkblende charakterisirt (s. Groth, Physikalische Krystallographie S. 438). Man kann in gleicher Weise die gewöhnlichen Zwillinge des Flussspaths etc. erklären; wie es auch einleuchtend ist, dass die rhomboëdrischen Zwillinge, z. B. des Chabasits, des Quarz etc. (welche man gewöhnlich durch eine Drehung von 60° oder 180° veranschaulicht) auch durch den Ausdruck: »Zwillingsebene eine Fläche des ersten Prisma, Drehungsaxe eine Normale zu dieser Fläche« sich definiren lassen. Die geschilderten Speiskobaltgruppen sind ursprünglich in einem Gangquarz eingewachsen.

3. Rutil in Formen des Eisenglanzes aus dem Binnenthal und über Achtlinge des Rutils aus Arkansas.

Das Binnenthal, Canton Wallis, nimmt unter den mineralreichen Distrikten einen hervorragenden Rang ein. Den Funden im weissen Dolomit, welche vor 20 Jahren eine Gruppe neuer Schwefelverbindungen lieferten, reihte sich vor wenigen Jahren an die Entdeckung ausgezeichneter und neuer Varietäten des Anatas (deren Kenntniss wir vorzugsweise Hrn. Prof. Klein verdanken; s. N. Jahrb. 1875 S. 337) und des Turnerits oder Monazits (s. Trechmann, Beitr. z. Kenntniss d. Turnerit. N. Jahrb. 1876 S. 593; vgl. auch ib. 1876. S. 393.), welch letzteres Mineral in Binnen nicht so selten und vereinzelt wie im Tavetsch und im Dauphiné, sondern zuweilen schwarmweise auf der Gesteinsfläche aufgewachsen erscheint. — Zu den merkwürdigsten Funden indess — nicht nur des Binnenthals, sondern gewiss aller Minerallagerstätten gehören die im J. 1876 zuerst vorgekommenen Pseudomorphosen von Rutil nach Eisenglanz von der Alp Lercheltini. Die krystallonomischen Beziehungen zwischen Rutil und Eisenglanz (zuerst von Breithaupt beobachtet) sind schon mehrfach dargelegt worden (s. üb. eine eigenthümliche Verwachsung von Rutil und Eisenglanz. Pogg. Ann. Bd. 152, S. 21; 1874). Dieselben offenbaren sich theils in Auflagerungen von Rutil-Prismen auf tafelförmig ausgebildeten Eisenglanzen, theils in jenen seltsamen Verwachsungen, welche den Eisenglanz als radiale Rippen von Rutil-Täfelchen zeigen. — Die jetzt zu schildernden Gebilde zeigen dasselbe Stellungsgesetz der Rutil-Prismen zu einer Krystallcombination des Eisenglanzes wie es die Eisenrosen des Cavradibergs darstellen, Eisenglanz selbst ist aber nicht vorhanden. Fig. 16 gibt ein portraitähnliches Bild der in Rede stehenden Rutilgruppirung (Länge und Breite 13, Dicke 4 bis 5mm), welche nebst einem zweiten kleinern Gebilde (9mm) in Begleitung eines Turneritzwillings sowie von Magneteisen, Eisenglanz, Quarz, Adular auf dem Protogin-ähnlichen Gneiss des Binnenthals aufgewachsen ist. Die Eisenglanz-Combination, deren Umrisse durch die kleinen Rutile auf das deutlichste erhalten und wiedergegeben werden, zeigt die Basis *c*, (0001), *oR*, nebst dem Dihexaëder *n*, (2423), $^4/_3$ *P*2. Auch unter den unveränderten Eisenglanzen des Binnenthals kommt diese Combination vor. Die Rutile, welche in regelmässiger Stellung den Eisenglanzkrystall nachahmen, sind eine Combination der Grundform *o*, (111), *P*, des ersten stumpfen Oktaëders *t*, (101), *P*∞, der beiden quadratischen Prismen *M*, (110), ∞*P* und *h*, (100), ∞*P*∞ und mehrerer achtseitigen Prismen, unter denen namentlich *l*, (120), ∞*P*2. Die Rutilprismen behaupten eine dreifache Stellung, indem sie mit ihrer Hauptaxe parallel den Diagonalen der hexagonalen Tafel liegen, eine Fläche des zweiten Prisma ∞*P*∞ des Rutil parallel der Tafelfläche. Es folgt aus dieser Gruppirung, dass die Rutile aller drei

Stellungen je eine ihrer Flächen so legen, dass sie annähernd in's Niveau ein und derselben Fläche der vom Dihexaëder $^4/_3 P2$ begrenzten hexagonalen Tafel des ursprünglichen Eisenglanzes fällt. Auf die Basis der Tafel blickend, erglänzen die dreifach geordneten Rutile mit ihren Flächen $\infty P\infty$, während die Lage der Dihexaëderfläche annähernd wiederholt wird durch die gebrochenen Reflexe von Flächen der Grundform zweier Rutilsysteme, sowie durch Flächen $\infty P2$ der dritten Rutilstellung. Noch genauer als die Dihexaëderflächen können die Hauptrhomboëderflächen des Eisenglanzes nachgeahmt werden und zwar durch die Pyramide $P\infty$ einer Rutilstellung. Auch das hexagonale Prisma der Eisenglanzform (1210), $\infty P2$ spiegelt sich in den gebrochenen Reflexen einer Fläche des zweiten Prisma $\infty P\infty$ eines Rutilsystems und dem ersten stumpfen Oktaëder der beiden andern. Bis zu welchem Maasse die angedeuteten Parallelitäten der Rutilflächen mit der Form des Eisenglanzes bestehen, bis zu welcher Annäherung demnach die hexagonale Krystallform des letztern nachgeahmt wird durch die kleinen quadratischen Prismen des Rutil, lehrt ein Vergleich folgender Winkel:

$oP : R = 57^0\ 37'$ (Eisenglanz)

$\infty P\infty : P\infty = 57^0\ 12^2/_3{}'$ (Rutil)

Diese Neigungen bedingen die Möglichkeit, dass die Rutile mit einer Fläche $P\infty$ die Rhomboëderfläche R des Eisenglanzes darstellen können.

$\infty P2 : \infty P2 = 60^0$ (Eisenglanz)

$P\infty : P\infty = 65^0\ 34^2/_3{}'$ (Rutil)

Die Differenz zwischen den verticalen Flächen des Eisenglanz und den in unserer Gruppirung senkrecht stehenden Flächen $P\infty$ des Rutils beträgt demnach $2^0\ 47^1/_3{}'$, d. h. gleich der Hälfte obiger Abweichung:

$oR : {}^4/_3 P2 = 61^0\ 13^1/_2{}'$ (Eisenglanz)

$\infty P\infty : P = 61^0\ 33^3/_4$ (Rutil)

$^4/_3 P2 : {}^4/_3 P2$ (Lateralkante) $= 57^0\ 33'$ (Eisenglanz)

$P : P$ (Polkante) $= 56^0\ 52^1/_2{}'$ (Rutil).

Diese Winkel deuten die angenäherte Parallelität der Dihexaëderflächen des Eisenglanz mit den Flächen der Grundform zweier Rutilsysteme an, während für die dritte Gruppe von Prismen, welche parallel der betreffenden Combinationskante $oR : {}^4/_3 P2$ des Eisenglanzes gerichtet ist, folgende Winkelannäherung existirt:

$oR : {}^4/_3 P2 = 61^0\ 13^1/_2{}'$ (Eisenglanz)

$\infty P\infty : \infty P2 = 63^0\ 26'$ (Rutil).

Die ideale, vergrösserte Darstellung Fig. 16 *a* zeigt die dreifache Lage der Rutile und wird die merkwürdige »nachahmende« Gestalt vollkommen verständlich machen.

Die beim Anblick der Rutilgruppirung nächstliegende Vorstellung wird im Innern des Gebildes noch einen Kern von Eisenglanz voraussetzen, um welchen die Rutile eine Ueberrindung gebildet. In diesem Falle würden

die Vorkommnisse von Binnen sich nur durch die reichlichere und alle Flächen des Eisenglanz bedeckende Rutilhülle von den allbekannten Cavradi-Eisenrosen unterscheiden. Dem ist aber in Wahrheit nicht so. Wenigstens zeigten zwei Rutilpseudomorphosen, welche mitten durchbrochen waren resp. wurden, nicht eine Spur von Eisenglanz, vielmehr liess der Bruch nur feinkörnigen Rutil erkennen, welcher nahe der Oberfläche in die regelmässig gruppirten Krystalle übergeht. Diese Beschaffenheit des Innern als eines feinkörnigen Gemenges scheint auch die Annahme zu verwehren, als ob unter gewissen Bedingungen der Rutil auch ohne ein Substrat von Eisenglanz mit hexagonaler Symmetrie sich gruppire. Wir können demnach in den geschilderten Rutilformen nur Pseudomorphosen erblicken. Freilich bleibt der Umstand sehr räthselhaft, dass zusammen mit den pseudomorphen »nachahmenden« Rutilgebilden unveränderte und unbedeckte Eisenglanze vorkommen. Zu den Pseudomorphosen gewöhnlicher Art können die neuen Binnenthaler Funde gewiss nicht gerechnet werden, vielmehr haben wir es hier mit nachahmenden Gestalten zu thun, bei denen die Krystallformen des die Conturen bestimmenden und des den so begrenzten Raum erfüllenden Minerals gewisse nahe Beziehungen zu einander haben.

An die Darstellung der merkwürdigen Pseudomorphose von Rutil nach Eisenglanz reihen wir die Erwähnung interessanter Achtlingskrystalle des Rutils, welche in der letzten Zeit zu Hot Spring, unfern Magnet Cove im Staate Arkansas, vorgekommen sind. Hot Spring, im Thale des Washita-Flusses, 12 d. M. WSW. von der Hauptstadt Little Rock, ist berühmt als Fundort der, Arkansit genannten Varietät des Brookit. Die rhombische Titansäure, welche an allen andern Fundstätten nur selten und in so kleinen Krystallen vorkommt, erscheint in den Ozark-Bergen unfern Magnet Cove in solcher Menge und Grösse der Krystalle, dass dieser eine Fundort in Arkansas mehr Brookit geliefert hat, als alle anderen Vorkommnisse zusammen. Auf eine merkwürdige Umwandlung (Paramorphose) des Brookits in Rutil wurde früher (s. Pogg. Ann. Bd. 158, S. 407; 1876) die Aufmerksamkeit gelenkt. — Die jetzt vorliegenden Gebilde (s. Fig. 17 u. 17*a*) besitzen eine gewisse Aehnlichkeit mit dem von G. Rose (Pogg. Ann. Bd. 115, S. 644; 1864) vom Graves mount im St. Georgia beschriebenen Rutil-Achtling, dessen Kenntniss nach der meisterhaften Schilderung von G. Rose hier vorausgesetzt werden darf. Den Achtlingen des Rutils liegt der Polkantenwinkel des ersten stumpfen Oktaëder (101), $P\infty$, zu Grunde, welcher 45° 2' beträgt. Da dieser Winkel fast genau achtmal in einer Ebene um einen Punkt gelegt werden kann, so ist die Möglichkeit gegeben, dass zufolge wiederholter Zwillingsbildung parallel den zu einer Polkante zusammenstossenden Flächen (101), $P\infty$ sich acht Individuen zusammen fügen, welche mit zickzackförmig auf- und niedersteigenden Hauptaxen fast genau

den Kreis schliessen. Bei dem von G. Rose beschriebenen Krystallgebilde treten an einem jeden Individ des Achtlings zwei Flächen des zweiten quadratischen Prisma (100), $\infty P \infty$, und eine Fläche des ersten (110), ∞P, auf. So erscheint der Achtling vom Graves mount als ein quadratisches Skalenoëder mit abgestumpften Lateralkanten.

Die polysynthetischen Krystalle von Magnet Cove sind nur umschlossen von Flächen des ditetragonalen Prisma l, (120), $\infty P 2$; und zwar bildet gewöhnlich ein jedes Individ vier Flächen desselben aus, wie es in der Fig. 17 dargestellt. Zuweilen treten indess an jedem Individ sechs Flächen jenes Prisma auf, alsdann zeigt die Gruppe trichterförmige Vertiefungen an jedem der beiden Pole.

Der in der Fig. 17 angedeutete Körper ist nun recht merkwürdig, er entbehrt der parallelen Flächen. Die mittleren Flächen, welche zu den acht zickzackförmig auf- und niedersteigenden Lateralkanten zusammenstossen, bilden ein sechzehnflächiges Skalenoëder, dessen Lateralkante (μ) $= 36^0\ 52^1/_4{}'$, d. h. gleich der diagonalen oder sekundären Kante des Prisma (120), $\infty P 2$, messen, während die stumpfen Polkanten (φ) $= 28^0\ 2'$, die schärferen (χ) $= 57^0\ 56'$ messen. Die Kante φ neigt sich zur verticalen Axe der kreisförmigen Gruppe $= 17^0\ 17'$, die Kante $\chi = 19^0\ 14^1/_4{}'$. Die Kanten ν messen $53^0\ 7^5/_6{}'$ = gleich dem Winkel der primären Kante von (120), $\infty P 2$. Die zum Scheitel zusammenstossenden Kanten λ und ϱ wiederholen die Winkel der Kanten χ und φ; $\lambda = 57^0\ 56'$, $\varrho = 28^0\ 2'$ (einspringend). Es betragen ferner die Neigungen von ϱ zur Verticalen $= 62^0\ 52'$, von λ zur Verticalen $= 80^0\ 42'$. Die angegebenen Werthe der Winkel an den Zwillingsgrenzen φ, χ, ϱ, λ wiederholen sich siebenmal an demselben Pol der Gruppe. Nur die der Grenze der Individuen 1 und 8 anliegenden Kanten weichen um ein sehr Unbedeutendes von jenen Werthen ab zufolge der kleinen Differenz (2 Minuten) des Winkels zweier anliegender Zwillingsebenen von einem halben Rechten. Jene Abweichungen an der Berührungsebene der Individuen 1 und 8 sind indess sehr gering, und die Reflexe der gestreiften Flächen wenig scharf, sodass es nicht gelingt, jene Grenze zwischen 1 und 8 von den andern sieben Berührungsebenen zu unterscheiden.

So sehen wir in diesen achtfachen Verwachsungen Formen mit neuer Symmetrie sich herstellen auf Grund einer im Rutilsystem vorkommenden Oktaëderkante, welche sehr nahe 45^0 beträgt. Diese Thatsache, ein Streben nach neuer oder höherer Symmetrie, reiht sich an den Drillingsverwachsungen rhombischer Krystalle mit einem Prismenwinkel von nahe 120^0 und, den Vierlingen des Feldspaths nach dem sog. Bavenoër-Gesetze zufolge der Annäherung der Kanten von ($2 P \infty$), n, an den Werth 90^0.

Erklärung der Tafeln I und II.

Fig. 1, Goldplatte von Vöröschpatak, portraitähnliches Bild. Fig. 1 *a*, vergrösserte Darstellung eines Theiles derselben Platte.

Fig. 2, Mittelkrystall-Zwilling.

Fig. 3, ein Krystallelement der Platte, $a = \infty O \infty$, $o = O$, $d = \infty O$; gestreckt parallel einer Flächendiagonale des Oktaëder.

Fig. 4, 4 *a*, sternförmige Verwachsung des Goldes von Faczebagy.

Fig. 5, Pyramidenwürfel $\infty O 2$, gerade Projektion auf eine Oktaëderfläche. 5 *a*, pseudodihexaëdrischer Zwilling, gebildet durch je sechs Flächen $\infty O 2$. 5 *b*, Durchkreuzungszwilling.

Fig. 6, Prismen von gelblich-weissem Golde aus Siebenbürgen mit seitlichen Fortwachsungen von hexaëdrischen Zwillingen; gerade Projektion auf die Zwillings-Ebene. 6 *a*, schiefe Projektion.

Fig. 7, ein Prisma mit seitlichen Nebenstrahlen, welche unter Winkeln von 60° sich anfügen.

Fig. 8, Prisma mit deltoidischem Querschnitt, $a = \infty O \infty$, $d = \infty O$, $p = \infty O 2$. Berührungszwilling. Vöröschpatak.

Fig. 9, Fünflingsprisma mit zweierlei Fortwachsungen, hexaëdrischen Berührungszwillingen und prismatischen Durchkreuzungszwillingen.

Fig. 10, Fünfling von Boitza, Copie nach G. Rose.

Fig. 11, Speiskobalt von Schneeberg, prismatisch verlängert parallel einer trigonalen Axe, Copie nach Naumann.

Fig. 12, Zwilling desselben Vorkommens, gerade Projektion auf eine Oktaëderfläche, Copie nach Naumann.

Fig. 13, Zwilling derselben Combination nebst Flächen des Ikositetraëders $i = 2 O 2$ und des Pyramidenwürfels $p = \infty O 4$.

Fig. 14, 14 *a*, scheinbar anomaler Zwilling, gebildet durch tetartoëdrische Ausbildung des Pyramidenwürfels $\infty O 4$. Schiefe und gerade Projektion.

Fig. 15, Querschnitt der eigenthümlich verzerrten Speiskobaltzwillinge.

Fig. 16, portaitähnliches Bild der Pseudomorphose des Rutils nach Eisenglanz von Binnen. 16 *a*, vergrösserte ideale Darstellung, zeigt die dreifache Lage der Rutilprismen, welche in ihrer Gesammtheit die Eisenglanzform nachahmen. Am Eisenglanz: $c = oR$, $n = \frac{4}{3} P 2$. Am Rutil: $o = P$, $t = P \infty$, $M = \infty P$, $h = \infty P \infty$, $l = \infty P 2$.

Fig. 17, 17 *a*, Rutilachtling von Magnet Cove, Arkansas, in schiefer und gerader Projektion.

II. Ueber grosse Enstatit-Krystalle.

Aufgefunden von **W. C. Brögger** und **H. H. Reusch** bei Kjörrestad im Kirchspiel Bamle, südliches Norwegen.

Von

W. C. Brögger in Christiania und **G. vom Rath** in Bonn.

(Mit Tafel III.)

Wenige Mineralien bieten in der allmäligen Entwicklung unserer Erkenntniss derselben ein so hohes Interesse dar wie die beiden Magnesium-Silicate, der Enstatit $MgSiO_3$ und der Olivin Mg_2SiO_4. Allbekannt ist unsere wachsende Einsicht in Bezug auf Verbreitung und Wichtigkeit des letzteren Minerals. Anfangs fast ausschliesslich in vulkanischen Gesteinen und in nur kleinen Krystallen bekannt, enthüllte sich seine wichtige Rolle in den plutonischen und krystallinisch-schiefrigen Gesteinen, nachdem Quenstedt und G. Rose die »Serpentin-Krystalle« als Pseudomorphosen nach Olivin richtig gedeutet. Die Gegenwart des Olivins in den Meteoriten und gewisse Folgerungen auf sein herrschendes Vorkommen im Innern unseres Planeten geben diesem merkwürdigen Mineral eine wahrhaft universelle Bedeutung. — Kaum anders verhält es sich mit dem Enstatit, dessen Verbreitung und Wichtigkeit erst der jüngstvergan enen Zeit zu erkennen vorbehalten war.

Kaum 22 Jahre sind verflossen, seitdem Kenngott für das im Serpentin des Berges Zdjar bei Aloysthal in Mähren eingewachsene Mineral, dessen Zusammensetzung, der Analyse C. von Haner's zufolge, einem normalen Silicate $MgSiO_3$ entspricht, den Namen Enstatit aufstellte (Berichte Ak. Wien, XVI. 162, 1855). Jene eingewachsenen Krystallkörner sind zwar nicht regelmässig begrenzt, besitzen indess zwei sich nahe rechtwinklig schneidende Spaltungsrichtungen. Sie wurden zunächst als ein Magnesia-Augit angesehen und für monoklin gehalten. Des Cloizeaux wies durch optische Untersuchung nach, dass der Enstatit rhombisch krystallisire. Indem er die Verschiedenheit zwischen Augit und Enstatit kennen lehrte, wies er auf eine neue Art von Formähnlichkeit hin, welche auch bei Krystallformen verschiedener Systeme besteht (Bull. soc. geol. XXI, 105). Der Enstatit wurde dann wiedergefunden durch Fournet am

Berge Brezouard bei Markirch in den Vogesen und durch **Damour** analysirt (Des Cloizeaux, Minéralogie S. 45 und 540); ferner als Bestandtheil des Lherzoliths der Pyrenäen sowie der Olivinkugeln von Dreis in der Eifel (ib). Streng wies dasselbe Mineral im Schillerfels des Radauthals im Harze nach (N. Jahrb. f. Min. 1862. 513).*) Das Vorkommen des Enstatits in den Meteoriten (Stein von Bishopville in Süd-Carolina, gefallen 1843) wurde durch eine Analyse von J. **Lawrence Smith** in Louisville bewiesen. Derselbe hatte bereits 1854 die Vermuthung ausgesprochen, dass der wesentliche Gemengtheil des Steins von Bishopville (Shepard's Chladnit) ein Magnesia-Augit sei (Am. Journ. of scienc. and arts, 1855 March p. 162). Indem er zehn Jahre später die früher mit unzureichendem Material ausgeführte Analyse wiederholte, konstatirte er die Identität des **Shephard**'schen Chladnits mit dem Enstatit (Am. Journ. 1864, Sept. p. 225. Comptes rendus de l'ac. d. sciences, 3 févr. 1873). Auch **Rammelsberg** gebührt ein wesentliches Verdienst in Hinsicht der Bestimmung des Enstatits aus dem Bishopviller Stein (Monatsber. d. Ak. 1864; Abh. d. Ak. Berlin 1870, 124; s. auch Kenngott, Uebers. min. Forsch. in den J. 1862—65, S. 166). Nev. **Story-Maskelyne** fand den Enstatit im Meteoriten von Busti, Hindostan (Phil. Trans. 1870 p. 189), sowie in demjenigen von Shalka (Phil. Trans. 1871, p. 366). Der Enstatit des Meteoriten von Breitenbach wurde durch v. **Lang** gemessen (Pogg. Ann. 139, S. 315, 1870) und durch **Maskelyne** analysirt (Proc. Roy. Soc. XVII, 370, 1869). **Tschermak** fand den dem Enstatit so nahe stehenden Bronzit im Meteoriten von Lodran (Ber. Ak. Wien, LXI, 469, 1870) und einer von uns dasselbe Mineral als ausschliesslich den Meteoriten von Ibbenbühren konstituirend (Ber. Ak. Berlin 1872, 33).

Obgleich das Krystallsystem des Enstatits bereits durch Des Cloizeaux 1862) bestimmt war, so wurde doch erst durch V. v. **Lang**'s mühevolle und scharfsinnige Untersuchung der Krystalle aus dem Breitenbacher Meteoriten (Pallasit) die äussere Form des Enstatit ermittelt (1869) und das durch optische Untersuchungen gewonnene Resultat Des Cloizeaux's durch krystallographische Messungen bestätigt. Fast gleichzeitig, als v. Lang den kosmischen Enstatit, bestimmte einer von uns die Krystalle des Hypersthens von Laach, $(Mg\,Fe)\,Si\,O_3$. Beide so verschiedenartige Vorkommnisse erwiesen sich in ihren Winkeln als absolut identisch. So beschränkte sich der Unterschied zwischen den beiden Spezies Enstatit und Hypersthen auf die isomorphe Vertretung eines Theils der Magnesia durch Eisenoxydul.

Diese Vorkommnisse sind theils vulkanisch, theils kosmisch; noch waren keine frei ausgebildeten Krystalle von plutonischer Lagerstätte be-

*) Prof. Th. Kjerulf entdeckte und analysirte Enstatit in zollgrossen rauhen Krystallen eingewachsen in körnigem Allrinfels bei Hovden, Horningdal in der Nähe von Hellesylt, Norwegen (Kristiania Vidensk. Selsk. Forhandl 1869. pag. 354).

kannt. Man konnte sich der Zuversicht hingeben, dass, wenn es gelänge, sie aufzufinden, ihre Grösse mindestens in gleichem Maasse überraschen würde, wie die jener bis 20 ctm. grossen Olivine von Snarum. Diese Erwartung sollte nicht getäuscht werden. — Es fanden sich im Herbste 1874 auf der Apatit-Lagerstätte von Kjörrestad zwischen Kragerö und Langesund, Kirchspiel Bamle, Enstatit-Krystalle von solcher Grösse, wie sie nur von sehr wenigen Mineralien (Feldspath, Quarz, Beryll, Kalkspath) erreicht resp. übertroffen wird. Die Fundstätte der grossen Enstatite ist einer jener zahlreichen Apatit-führenden Gänge des südlichen Norwegen. Das herrschende Gestein dieses Theiles der Küste ist Glimmer- und Hornblendeschiefer, in welchem die Apatitgänge, deren Gangmineral vorzugsweise Hornblende ist, auftreten. In der Nähe dieser normalen Gänge findet sich am Haukedalsvand (-see) unfern Vestre Kjörrestad ein wohl ziemlich alleinstehendes Vorkommniss, nämlich ein mächtiger, im Streichen nur wenige Schritte verfolgter Gang, welcher hauptsächlich aus grossen Krystallen von Enstatit und bis kopfgrossen Klumpen und Krystallen von Rutil besteht. Diese Fundstätte lieferte nur wenig Apatit, ferner etwas grünlichweissen Glimmer und Talk. Eine Apatitgewinnung hat hier theils wegen der geringen Ausdehnung des Ganges, theils mit Rücksicht des untergeordneten Antheils, welchen das zur Darstellung des Superphosphats benutzte Mineral an der Gangausfüllung hier nimmt, offenbar nur kurze Zeit stattgefunden. Die bis 0,3 ja bis 0,4 m. grossen Enstatite waren bei der Enstatitgewinnung über die Halde geworfen worden und unbeachtet geblieben, bis sie von Brögger und Reusch bei ihrer Erforschung der Apatit-Lagerstätten Norwegens (s. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXVII, 646, 1875) entdeckt wurden. Das fast rechtwinklige, an seinen beiden Kanten abgestumpfte Prisma der grossen Krystalle, sowie die diesem Prisma parallele Spaltbarkeit bedingen, namentlich bei den an beiden Enden verbrochenen Krystallen, eine gewisse Aehnlichkeit mit Skapolith (s. a. a. O. S. 668), wobei es erwähnenswerth, dass auch die eingewachsenen Enstatitkörner vom Berge Zdjar in Mähren anfangs für Skapolith gehalten wurden (s. Kenngott, Uebers. min. Forsch. im J. 1855). Da die Grube von Kjörrestad verschüttet und so die Fundstätte nicht mehr zugänglich, so mussten die Entdecker ihre Beobachtungen über Vorkommen und Mineralassociation des Enstatits auf die Halde beschränken.

Die stets mehr oder weniger prismatisch ausgebildeten und an einem Ende verbrochenen Krystalle waren offenbar ursprünglich sämmtlich aufgewachsen. Sehr wahrscheinlich gehörten sie einer mittleren Partie des Ganges an, in welcher sich auch grosse Krystalle von Rutil ausgebildet. Der Raum zwischen den Enstatit-Krystallen wurde durch silberweissen bis lichtgrünlichen Talk in grossen krummschaligen Blättern erfüllt. Auch im Innern und besonders in der verwitterten Rindenmasse des Enstatits finden

sich kleine Schuppen von Talk; man bemerkt sie mit der Lupe zuweilen auf den prismatischen Spaltungsflächen, häufiger noch auf der unvollkommenen Absonderungsfläche parallel dem Brachypinakoid, diesen Ebenen parallel liegend; offenbar durch eine beginnende Zersetzung des Enstatits entstanden. Dies Vorkommen erinnert an die ähnliche Association des braunen Glimmers (Phlogopit; s. a. a. O. S. 681) mit grünem »wasserhaltigen Enstatit« zu Oedegarden. Dies letztere Mineral, welches auch auf der Lagerstätte von Kjörrestad nicht ganz fehlt, wurde nach seinem hauptsächlichen Vorkommen zu Oedegarden ($^1/_2$ d. M. nordwestlich Kjörrestad) von Brögger und Reusch ausführlich beschrieben (s. a. a. O. S. 683—687 und Taf. XIX). Wenngleich die unvollkommene Ausbildung der Krystalle des »wasserhaltigen Enstatits«, namentlich die Krümmung der Flächen einen genaueren Vergleich mit den grossen Enstatiten, denen dieser Aufsatz gewidmet ist, erschwert, so ist doch die chemische Zusammensetzung einerseits, der allgemeine Charakter der Krystallform andrerseits so nahe verwandt, dass an der specifischen Identität beider Gebilde kaum gezweifelt werden kann. Während die kleinen Krystalle durchaus der Verwitterung anheimfielen, 6—7 p. C. Wasser aufnahmen und die prismatische Spaltbarkeit einbüssten, erstreckte sich die Zersetzung der gigantischen Krystalle nur auf die Rinde, vermochte auch noch nicht die Spaltung zu verwischen und offenbart sich in chemischer Hinsicht nur durch Aufnahme von 4 p. C. Wasser.

Durch ihre ungewöhnliche Grösse ziehen die Enstatite von Kjörrestad zunächst unser Interesse auf sich. Mehrere Krystalle — die Gesammtzahl der von Brögger und Reusch bisher auf der Halde gesammelten Enstatite beträgt etwa dreissig — erreichen eine Länge von 20 ctm. bei einer fast gleichen Breite und einer Dicke von 10—12 ctm. Von den beiden grössten Exemplaren misst das eine mit ausgebildetem Ende 38 ctm. in der Länge, 26 in der Breite, 13 in der Dicke. Das andere ist sogar, obgleich an beiden Enden verbrochen, 40 ctm. lang, muss also ursprünglich von wahrhaft erstaunlicher Grösse gewesen sein.

Die Krystalle zeigen herrschend ein verticales rhombisches Prisma, dessen Kanten nur wenig vom rechten Winkel abweichen. Die stumpfe Prismenkante wird durch das Makropinakoid stark abgestumpft. Das Brachypinakoid tritt gewöhnlich zurück, fehlt zuweilen auch ganz. Die Endkrystallisation dieser mächtigen Gebilde lässt nur in seltenen Fällen eine deutliche rhombische Symmetrie erkennen, meist ist sie mehr oder weniger deform und bietet pseudomonoklines Ansehen dar. Charakteristisch für unsere Krystalle ist die grosse Zahl der sich vielfach wiederholenden Flächen, welche, meist wenig geneigt, eine flachgerundete Scheitelbegrenzung zu bilden streben. Wir werden zur Betrachtung der Krystallform zurückkehren, nachdem wir durch das Studium der physikalischen und chemischen

Eigenschaften die Ueberzeugung gewonnen, dass die Bestimmung als Enstatit keinem Zweifel unterliegt. Die Oberfläche der Krystalle besitzt ein glanzloses, steatitisches Ansehen, so dass — auch abgesehen von ihrer Grösse — keine Fläche sich zur Messung mittelst des Reflexionsgoniometers eignen würde. Diese steatitische Rinde reicht indess nur wenig tief, höchstens 10 mm. und geht allmälig in die frische, lichtgraulichgrüne Substanz des Enstatits über, deren prismatische Spaltungsrichtungen zuweilen selbst noch in der verwitterten Rinde bemerkbar sind. Eine dritte unvollkommenere Spaltbarkeit geht dem Brachypinakoid parallel; sie erzeugt zuweilen 3 und mehr ctm. breite Absonderungsflächen, welche sich indess durch ihren nur schimmernden Glanz sogleich von den perlmutterglänzenden prismatischen Spaltungsflächen unterscheiden. Die brachydiagonale Spaltbarkeit bedingt eine verticale Streifung, welche auf den durch Spaltung dargestellten Prismenflächen erscheint. Bemerkenswerth sind noch sehr feine wellig gekrümmte Sprünge, welche dicht geschart, im Allgemeinen horizontal verlaufen und die verticale Streifung der Spaltungsflächen quer durchschneiden. Diese Sprünge, welche weniger dem Innern, vielmehr vorzugsweise der, der verwitterten Rinde nahen Zone der Krystalle angehören, hängen mit der Umänderung des Enstatits in Steatit zusammen. Von grossem Interesse ist die mikroskopische Betrachtung einer horizontal aus dem Krystall geschliffenen Platte, welche zur Hälfte aus frischem Enstatit, zur Hälfte aus der steatitischen Rinde besteht. Man erblickt sehr zahlreiche, nahe rechteckige Felder der frischen Substanz, welche durch die prismatische Spaltbarkeit gebildet werden. Die Umwandlung beginnt auf diesen Spalten sowie auf neu entstehenden Rissen mit einer feinen Querfaserung, welche der chemischen Umwandlung den Weg bahnt. Jene Spalten und Risse sind auch noch erkennbar, wenn bereits die umgebende Masse steatisirt ist. Während nahe der Grenze, rings von Steatit umgeben, einige abgerundet subquadratische Partien des ursprünglichen Minerals sich noch erhalten haben, dringt das wasserhaltige Magnesia-Silicat auf Spalten in den Enstatit ein. Die hier vorliegenden Erscheinungen sind sehr ähnlich denen, welche der Monticellit bei seiner Umwandlung in Serpentin darbietet (s. Monatsber. d. Ak. d. Wissensch. Gesammtsitz. 19. Nov. 1874 und 26. Oct. 1876). Die Härte des frischen Enstatit steht zwischen Apatit und Feldspath; die verwitterte Rinde besitzt nur die Härte des Kalkspaths. V. d. L. nur sehr schwer an den Kanten schmelzbar; in Säuren unlöslich. Spec. Gew. = 3,153 (übereinstimmend fand Hr. C. Krafft in Christiania 3,15). Die chemische Zusammensetzung ist zufolge einer Analyse von uns (I), sowie nach einer von Hrn. C. Krafft (II):

	I.		II.	
Kieselsäure	58,00	*Ox.* = 30,02	57,67	*Ox.* = 30,76
Thonerde	1,35	0,63	1,21	0,56
Eisenoxydul	3,16	0,70	2,89	0,64
Magnesia	36,91	14,76	37,91	15,16
Wasser	0,80	0,71	1,67	1,48
	100,22		101,35	

Das reine Magnesia-Silicat würde bestehen aus 60 p. C. Kieselsäure, 40 p. C. Magnesia. — Zur Vergleichung mögen hier folgende Enstatit-Analysen eine Stelle finden: I. vom Berge Zdjar in Mähren nach v. Hauer; II. aus dem Meteoriten von Bishopville nach Rammelsberg; III. aus dem Meteoriten von Busti nach N. Story-Maskelyne:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	56,91	58,84	57,60
Thonerde	2,50	2,78	—
Eisenoxydul	2,76	—	1,29
Kalk	—	0,67	—
Magnesia	35,44	35,60	40,64
Kali	—	0,71	0,39
Natron	—	1,16	0,90
Wasser	1,92	—	—
	99,53	99,76	100,82

Die grossen Krystalle bieten uns also wesentlich dieselbe Mischung dar wie die meteorischen Enstatite sowie das mährische Vorkommen, welches bisher als einziges terrestrisches Beispiel des fast reinen neutralen Magnesia-Silicats galt.

Wir analysirten auch die steatitische Rinde der Enstatite von Kjörrestad.

Spec. Gew. 2,867.

Kieselsäure	57,62
Thonerde	1,48
Eisenoxydul	1,96
Kalk	0,12
Magnesia	34,72
Wasser	4,38
	100,28

Während die physikalischen Eigenschaften (Härte, spec. Gew. u. s. w.) der verwitterten Rinde wesentlich verschieden sind von denjenigen des unveränderten Enstatits, besteht der Unterschied in chemischer Hinsicht hauptsächlich nur in der Aufnahme einer ansehnlichen Menge von Wasser. Die Rinde, in welcher die Metamorphose offenbar noch nicht vollendet ist, nähert sich der Mischung des Talks oder Steatits (Speckstein).

Der optischen Untersuchung des Enstatits stellen sich erhebliche Schwierigkeiten entgegen, welche theils in der durch die beiden vollkommenen Spaltungsrichtungen erschwerten Darstellung der Präparate, theils in der ungenügenden Durchsichtigkeit derselben begründet sind. Herr Des Cloizeaux, welcher die Güte hatte, die Untersuchung auszuführen, bestimmte das Krystallsystem auf Grund des optischen Verhaltens als rhombisch. Es geschah dies zu einer Zeit, als wir in Bezug auf die Deutung der äusseren Form noch Zweifel hegten und namentlich eine Zurückführung derselben auf die Krystalle des Enstatits und des Hypersthens noch nicht gelungen war.

Nach Hrn. Des Cloizeaux liegen die optischen Axen im Brachypinakoid. Die spitze positive Bissectrix ist parallel der verticalen Prismenkante. Eine Platte, normal zu dieser Kante geschliffen, ergab in Oel:

Rechte Hyperbole zum Normalen	37° 30′
Linke Hyperbole » »	41° 0′
	$2H_{a.r}$ = 78° 30′

Wie bereits erwähnt, zeigen die meisten Krystalle in ihrer Endkrystallisation eine merkwürdige Deformität, welche darin besteht, dass alle den Scheitel bildenden Flächen gleichsam eine Verschiebung oder Drehung erfahren haben, deren Axe die Makrodiagonale ist. Die Makrodiagonale ist — so scheint es — zu einer Klinoaxe geworden. Während die Krystalle in Folge dieser Deformität eine unsymmetrische Ausbildung auf der vorderen und hinteren Seite der makrodiagonalen Ebene zeigen, stellt sich die brachydiagonale Ebene als Symmetrie-Ebene dar. Hat man nur einen oder wenige dieser deformen Krystalle vor Augen, so ist es schwer, an ihren rhombischen Charakter zu glauben; bei Vergleichung einer grösseren Anzahl überzeugt man sich indess bald, auch schon ohne Winkelmessung, dass das Maass jener Verschiebung bei einem jeden Krystall etwas verschieden ist und dass demnach die ganze Erscheinung auf Störungen zurückgeführt werden muss. Nicht alle Krystalle sind indess deform, einige sind von durchaus rhombischem Ansehen und diese gestatten eine Identificirung ihrer Krystallform mit derjenigen des Enstatits von Breitenbach (nach v. Lang; Sitzber. Ak. d. Wissensch. Wien, Bd. LIX, II. Abth. Aprilheft, Jahrg. 1869) und des Hypersthens vom Rocher du Capucin im Mont-Dore und vom Laacher See (nach Des Cloizeaux; Manuel de Minéralogie T. II, p. XIV—XVIII und vom Rath, Pogg. Ann. Bd. 138, S. 529 — Laach — und Bd. 152, S. 29 — Capucin, Mont-Dore), welche drei Vorkommnisse in krystallographischer Hinsicht als identisch zu betrachten sind. Zur Vergleichung der Ausbildungsweise der genannten Vorkommen sowohl unter einander als auch mit den Formen der Enstatite von Kjörrestad stellen wir in den Figg. 1, 2, 3 Taf. III nochmals die Gebilde von Breitenbach (meteorisch), Laach und Rocher du Capucin in schiefen

Projektionen dar. Als Grundform wählen wir diejenige Pyramide, deren

makrodiagonale Polkante	$= 54^0\ 8'$	am Enstatit von Breitenbach.
brachydiagonale »	$= 52\ 24$	
Lateralkante	$= 101\ 48$	

oder

makrodiagonale Polkante	$= 54^0\ 1\frac{1}{2}'$	am Hypersthen von Laach.
brachydiagonale »	$= 52\ 21\frac{1}{2}$	
Lateralkante	$= 101\ 25\frac{1}{2}$	

Hieraus das Verhältniss der Axen:

$$a : b : c = 0{,}97016 : 1 : 0{,}57097$$

für den meteorischen Enstatit von Breitenbach.

$$= 0{,}971326 : 1 : 0{,}57000$$

für den Hypersthen von Laach.

Die in den Figg. 1—3 dargestellten Flächen, bezogen auf diese Axen, erhalten folgende Symbole:

$o = (111)$, P ; $b^{1/2}$ — $n = (120)$, $\infty\breve{P}2$
$i = (211)$, $2\bar{P}2$; a_3 — $z = (210)$, $\infty\bar{P}2$
$e = (212)$, $\bar{P}2$; n — $h = (014)$, $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$; e^4
$u = (232)$, $\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$; x — $k = (012)$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$; e^2
$x = (221)$, $2P$ — $a = (100)$, $\infty\bar{P}\infty$; h^1
$m = (110)$, ∞P ; m — $b = (010)$, $\infty\breve{P}\infty$; g^1
$c = (001)$, oP; p

Zur Vergleichung sind denjenigen Flächen, welche Des Cloizeaux auch beim Hypersthen vom Capucin anführt (a. a. O. p. XVIII) die entsprechenden Symbole beigefügt. v. Lang nimmt in seiner Arbeit über den Enstatit von Breitenbach x als Grundform (111).

An den Krystallen von Kjörrestad liess sich mit dem Reflexionsgoniometer nur ein einziger Winkel, derjenige der beiden prismatischen Spaltungsflächen messen $= 88^0\ 20'$ bis $88^0\ 35'$. v. Lang bestimmte diesen Winkel am Enstatit von Breitenbach $= 88^0\ 16'$; für den Hypersthen von Laach ergab sich die Prismenkante $= 88^0\ 20'$. Des Cloizeaux fand als Mittel mehrerer Messungen für den Hypersthen vom Capucin $88^0\ 27\frac{1}{2}'$. — Alle anderen Winkel des Kjörrestader Enstatit's liessen sich nur mit dem Anlegegoniometer messen und auch dies — wegen Streifung, Rundung, Oscillation und Wiederholung der zuweilen verwitterten Flächen — nur annähernd.

Unzweifelhafte rhombische Symmetrie besitzt einer der grössten Krystalle, im Besitze des Universitätsmuseum zu Christiania, in der Axe a 12 ctm., in der Axe b 20 ctm. messend. Es wurden, bezogen auf die obige Enstatit-Grundform, folgende Flächen bestimmt, s. Fig. 4:

$e = (212)$, $\bar{P}2$	$q = (023)$, $^2/_3\breve{P}\infty$
$\varepsilon = (343)$, $^4/_3\breve{P}^4/_3$	$m = (110)$, ∞P
$\varphi = (016)$, $^1/_6\breve{P}\infty$	$a = (100)$, $\infty\bar{P}\infty$
$\gamma = (027)$, $^2/_7\breve{P}\infty$	$b = (010)$, $\infty\breve{P}\infty$
$k = (012)$, $^1/_2\breve{P}\infty$	$c = (001)$, oP

Die mit lateinischen Buchstaben bezeichneten Flächen sind bereits beim Enstatit von Breitenbach und den Hypersthenen von Laach und vom Capucin-Felsen bekannt, während die mit griechischen Lettern signirten Flächen neu sind. An diesem Krystall, — dessen gerade Projektion auf die Horizontalebene, mit möglichst getreuer Wiedergabe aller durch Flächenrepetition gebildeten Unregelmässigkeiten, Fig. 4 darstellt — wurde mittelst des Anlegegoniometers eine Reihe von Kanten gemessen, deren zum Theil sehr befriedigende Uebereinstimmung mit den, aus den Axenelementen des Breitenbacher Enstatits berechneten Winkeln der Vergleich mit den nebenstehenden Werthen lehrt:

	gemessen	berechnet
$m : m'$	$= 92^0$	$91^0\ 44'$
$k : b$	$= 74\ 10'$	$74\ \ 4$
$g : b$	$= 69\ \ 0$	$69\ \ 9^1/_2$
$q : b$	$= 80\ 30$	$80\ 44$
$\varphi : b$	$= 84\ 30$	$84\ 34$
$\varepsilon : k$	$= 29\ 30$	$32\ 29$
$\varepsilon : b$	$= 57\ 30$	$56\ 44$
$e : b$	$= 75$ —	$76\ 11$
$e : a$	$= 60\ 30$	$60\ 29$
$e : \gamma$	$= 28\ 15$	$30\ 11$
$e : \varphi$	$= 30$ —	$31\ \ 9$
$e : k$	$= 28$ —	$29\ 30^1/_3$

Von diesen Messungen zeigen nur zwei, nämlich $\varepsilon : k$ und $e : \gamma$, eine sehr erhebliche Abweichung von den berechneten Werthen; es erklärt sich dies indess durch die Schwierigkeit und Unsicherheit der Messungen von Flächen, deren Lage theils durch Oscillation, theils durch Wölbung gestört ist. Auch darf erwähnt werden, dass die Messung dieses grossen Krystalls in Christiania, die Bestimmung der mit griechischen Buchstaben bezeichneten Flächen in Bonn geschah. Mit Rücksicht auf die unvollkommene Beschaffenheit der Flächen wäre es vielleicht möglich, Messungsresultate zu erhalten, welche sich den berechneten Werthen etwas mehr nähern.

In Fig. 5 ist ein Krystall der Bonner Universitätssammlung dargestellt und zwar ist 5 a ein portraitähnliches Bild in grader Projektion, während 5 ein ideales Bild in schiefer Projektion gibt. Der Krystall ist eine Combination folgender Flächen:

$\tau = (223)$; $^2/_3 P$ — $\varphi = (016)$; $^1/_6 \breve{P}\infty$
$k = (012)$; $^1/_2 \breve{P}\infty$ — $m = (110)$; ∞P
$q = (023)$; $^2/_3 \breve{P}\infty$ — $b = (010)$: $\infty \breve{P}\infty$

gemessen	berechnet
$m : m' = 92^0$	$94^0\ 44'$
$k : b = 74$	$74\ \ 4$
$q : b = 69^0\ 30'$	$69\ \ 9^1/_2$
$\varphi : k = 11$	$10\ \ 30$
$\tau : q =$	$20\ \ 8^1/_3$
$\tau : m = 60$	$61\ \ 20$

An diesem Krystall macht sich bereits eine beginnende Unsymmetrie bemerkbar, wie aus folgenden beiden Messungen hervorgeht:

	berechnet
$k : m = 78^0\ 3'$	$78^0\ 59'$
$k : m' = 80\ 36$	$1\ \ 7$

Der erstere Winkel ist das Mittel aus 10 Messungen, welche nur zwischen 78 und $78^1/_4{}^0$ schwankten; auch der zweite Winkel wurde 10 mal gemessen mit den Grenzen $80^1/_2$ und $80^3/_4{}^0$. Das Oktaëder τ, bisher weder an den Enstatit- noch an Hypersthen-Krystallen beobachtet, wurde bestimmt durch die horizontalen Kanten, welche es mit dem Prisma m bildet, sowie durch den Kantenparallelismus $\tau : q : \tau'$.

Die Dimensionen dieses Krystalls sind: Höhe 7 ctm., Breite 8, Dicke (in der Richtung der Axe a) 9 ctm. Parallel zweien Prismenflächen ist der Krystall verbrochen. — An einem andern ähnlich gebildeten Exemplar wurden folgende Kanten gemessen:

$m : m' = 92^0$
$\tau : m' = 62$
$\tau : a = 70^1/_4$
(berechnet $= 69\ 51^2/_3{}'$

Auch an diesem Krystall ist die Fläche k etwas verschoben, wie man aus den beiden folgenden Messungen erkennt:

$k : m = 77^0$ — $k : m' = 80^0\ 15'$

Auch am Krystall Fig. 6 tritt in Combination mit k (012), $^1/_2 \breve{P}\infty$ das Oktaëder τ (223), $^2/_3 P$ auf. k ist in seiner Lage nicht bemerkbar gestört:

$k : m = 79^1/_4{}^0$	$\tau : m = 63^0$
$k : m' = 79$	$\tau : a = 72$
$k : b = 74$	$\tau : b = 70^1/_2$
	(berechnet $= 70\ 29'$)

Bei den bisher angeführten und manchen andern Krystallen gelingt es leicht, wenigstens die Mehrzahl der Flächen auf die Formen des Enstatits zu beziehen, da die, eine pseudomonokline Ausbildung bedingenden Stö-

rungen nur 1 oder wenige Grade betragen. Bei andern Krystallen gelingt es nicht, ohne der Willkür einen zu grossen Spielraum zu gewähren, da die Störungen, d. h. die Differenzen der homologen Kantenwinkel bis 7° und in einzelnen Fällen vielleicht noch mehr betragen. Die beiden grossen Enstatite der Bonner Sammlung haben einen solchen durchaus monoklinen Habitus. Einer dieser Krystalle gestattet ziemlich genaue Messungen. Hätte uns nur dies einzige Exemplar zur krystallographischen Bestimmung vorgelegen, so würden wir nicht gewagt haben, dasselbe auf das rhombische System des Enstatit zu beziehen. Dennoch bleibt auch hier kein Zweifel, dass wir es nur mit Störungen zu thun haben. Wir gewinnen diese Ueberzeugung theils durch Vergleichung mit den weniger gestörten und den vollkommen rhombisch ausgebildeten Individuen, theils aber auch durch ein genaueres Studium des gestörten Krystalls selbst, wenn wir versuchen, ihn auf monokline Axenelemente zu beziehen. Wir erhalten nämlich keine entsprechend einfachen Flächensymbole und sind genöthigt, fast für jeden Krystall andere Axenelemente anzunehmen. An dem bestgebildeten der beiden grossen Krystalle der Bonner Sammlung (s. Fig. 7, Projektion auf die Horizontalebene; 7*a* auf das Brachypinakoid) konnten folgende Winkel gemessen werden:

$m : m'$ über $b = 90^0\ 20'$. $m' : \chi = 78^0$. $m : \chi = 71^0$.

Betrachten wir nun m als Prisma (110), ∞P und χ als Klinodoma (011), $(P\infty)$, so erhalten wir folgende Axenelemente:

$$a : b : c = 0{,}99798 : 1 : 0{,}41387$$
$$\text{Axenschiefe } (\beta) = 94^0\ 57'.$$

Für σ, bezogen auf diese monoklinen Axen, lässt sich kein einfacheres Symbol berechnen als (433), $^4/_3 P\, ^4/_3$. Unter Voraussetzung dieser Formel ergibt sich:

	gemessen	berechnet
$m' : \sigma =$	59^0	$58^0\ 3^1/_2{}'$
$\chi : \sigma =$	28	28 0

Ein Vergleich mit den andern Krystallen und ihrer pseudomonoklinen Ausbildung lässt indess keinen Zweifel, dass die Fläche χ identisch ist mit dem Brachydoma $q = (023)$, $^2/_3 \breve{P}\infty$ der normal ausgebildeten Krystalle und dass die Verschiedenheit der Neigungen $\chi : m' = 78^0$ und $\chi : m = 71^0$ sich durch jene Verschiebung des gesammten, den Scheitel bildenden Flächenkomplexes erklärt. Jenen beiden Winkeln entspricht bei normaler Ausbildung unter Voraussetzung der rhombischen Elemente des Breitenbacher Enstatits der Winkel $q : m = 75^0\ 39^1/_3{}'$. — Auch für die gestörte Fläche σ lässt sich die wahre Bedeutung ermitteln; bezogen auf das System des Enstatits erhält sie den Ausdruck (323), $\bar{P}\, ^3/_2$; für die Neigung dieser Fläche ergibt sich: $m' : \sigma = 55^0\ 44'$; $q : \sigma = 28^0\ 49'$, welche Winkel mit

den obigen Messungen zu vergleichen sind, um das Maass der Störung zu erkennen.

Wie es uns in Bezug auf die — beim Enstatit und Hypersthen bisher nicht bekannte — Fläche σ gelang, so würde es vielleicht möglich sein, durch Studium der bestgebildeten unter den deformen Krystallen noch einige neue Flächen aufzufinden, wenngleich eben in Folge der monoklinen Störung sowie der allgemeinen Unvollkommenheit dieser Flächen der bestimmte Nachweis für die Existenz derselben in jedem einzelnen Falle schwer zu führen sein möchte. Die grosse Menge von Flächen, welche die norwegischen Enstatite mit unvollkommenem Erfolge zur Erscheinung zu bringen streben, erinnert in hohem Grade an den Flächenreichthum der meteorischen Enstatite aus dem Breitenbacher Eisen, deren Entzifferung wir dem Scharfsinn v. Lang's verdanken.

Die Ursache der merkwürdigen pseudomonoklinen Ausbildung unserer grossen Enstatite ist noch völlig verborgen. Am nächsten liegt wohl der Gedanke, dass wir es hier mit einer durch Druck verursachten Störung zu thun haben. Indess müssen wir diese Deutung sofort aufgeben, wenn wir bemerken, dass jene Verschiebung sich nur an den Flächen der Endkrystallisation, nicht aber an den verticalen Flächen zeigt. Ein von aussen wirkender Druck müsste sich auch an diesen letzteren offenbaren. Es scheint demnach jene Anomalie durch innere krystallonomische Gründe bedingt.

Die zum Erliegen gekommene Apatitgrube von Kjörrestad bildet die einzige bis jetzt bekannte Fundstätte der Enstatit-Riesen. Ohne Zweifel wird es gelingen, aufgewachsene Enstatite plutonischer Lagerstätten auch an andern Orten aufzufinden. Wenn es dann möglich sein wird, die Krystalle in den Gangdrusen selbst und nicht nur auf einer Halde wie bei Kjörrestad zu beobachten, so erhalten wir vielleicht eine Andeutung über die jetzt noch vollkommen räthselhafte pseudomonokline Verschiebung der Scheitelflächen. — Die Auffindung des Enstatits in riesigen Krystallen auf einem der mineralreichen Apatitgänge des südlichen Norwegen scheint eine nicht unerwünschte Ergänzung unserer Kenntnisse der Magnesia-Silicate darzubieten.

Erklärung der Tafel III.

Fig. 1. Enstatit aus dem Meteoreisen von Breitenbach (nach Hrn. v. Lang.)

Fig. 2. Hypersthen aus einem Sanidin-Auswurfling vom Laacher See.

Fig. 3. Hypersthen vom Rocher du Capucin, Mont Dore; entdeckt von Hrn. Des Cloizeaux.

Fig. 4. Enstatit von Kjörrestad, Norwegen, Projektion auf die Horizontalebene. Grösster Durchmesser 20 ctm.

Fig. 5, 5 *a*. Enstatit-Krystall der Bonner Sammlung, mit fast normaler rhombischer Ausbildung. 5 ideale Darstellung.

Fig. 6. Krystall der Univ.-Sammlung zu Christiania.

Fig. 7. Zweitgrösster Krystall der Bonner Sammlung (20 ctm. in der Richtung der Queraxe) mit pseudomonokliner Ausbildung. Projektion auf die Horizontalebene. 7*a* Projektion auf das Brachypinakoid.

III. Die krystallographischen Constanten des Lanarkit.

Von

A. Schrauf in Wien.

(Hierzu Tafel IV.)

---

§ 1. Die morphologische Charakteristik des Lanarkit ist bis jetzt unvollständig und mangelhaft. Wohl hat schon Brooke das Auftreten von drei Flächen, welche in einer Zone liegen sollen, erkannt und deren Winkel bestimmt; aber diese Beobachtung bleibt bis 1858 ohne Vervollständigung und wird ohne Kritik citirt. Erst Greg und Lettsom fügten in diesem Jahre eine 4te scheinbar domatische Fläche hinzu, sammt deren (?) Winkel. Diese Angaben können wohl genügen, um das Mineral Lanarkit zu erkennen: allein die Beobachtungen sind alle theils nur zur Hälfte richtig, theils unrichtig erklärt. Auf die Ursache, welche dieses consequente Verkennen der Form hervorrief, werde ich später (§ 4) zu sprechen kommen.

Meine eigenen Beobachtungen zeigten mir die Möglichkeit, für Lanarkit ein gut bestimmtes Parametersystem aufzustellen. Die ersten genaueren Daten habe ich meinem hochgeehrten Freunde M. Descloizeaux brieflich mitgetheilt, welcher dieselben Juli 1873 in den C. r. der Acad. d. Sc. veröffentlichte. Seit dem Erscheinen dieser Notiz habe ich zahlreiche neue Messungen gemacht, welche mir die Basis für die gegenwärtige Publication liefern.

Die nachfolgenden Zeilen geben meine Charakteristik des Lanarkit:
Krystallsystem: monoclin. Axenverhältniss $a:b:c = 0.868113:1:1.383634$
$\eta = 91^{\circ}\,49'$.

Die Indices der beobachteten Flächen (vergl. Projection, Fig. 1—2) sind:

c	001	$0 P$
a	100	$\infty \bar{P} \infty$
u	103	$-\ ^{1}/_{3} \bar{P} \infty$
σ	$30\bar{2}$	$^{3}/_{2} \bar{P} \infty$
z	131	$-\ 3 \bar{P} 3$
s	1 . 10 . 5	$-\ 2 \bar{P} 10$
*v**	10 . 1 . 29	$-\ ^{10}/_{29} \bar{P} 10$
w	13 . 4 . 37	$-\ ^{13}/_{37} \bar{P}\ ^{13}/_{4}$
τ	23 . 1 . $\bar{15}$	$^{23}/_{15} \bar{P} 23$

Die wichtigsten Winkel sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

	a(100)	*b*(010)	*c*(001)	*z*(131) [*z'* ($1\bar{3}\bar{1}$)]	*s*(1.10.5) [*s'* ($\bar{1}$.10.$\bar{5}$)]
a		90°	88° 11'		
u	60° 36.'5	90	27° 34.'5	68° 34'	
σ	22° 57.'6	90	111° 8.'6	75° 58.'5	91° 17.'5
z	69° 9'	24° 42'	76° 42'	[49° 24']	
s	83° 12.'3	20° 57.'5	70° 3.'5	15° 20' [42° 54.'5]	41° 54.'5
v	59° 50.'6	87° 38.'3	28° 27.'3	66° 5.'5 [109° 17.'6]	67° 5' [108° 12.'3]
w	59° 39.'3	82° 40	29° 39	61° 9.'6 [104° 32']	62° 9.'6 [103° 13]
τ	22° 35'	88° 0'	110° 41'	73° 56.'5	89° 16'

§ 2. Eine Betrachtung der dieser Abhandlung beigegebenen Figuren zeigt, dass die Verticalaxe der theoretischen Aufstellung nicht mit der vorherrschenden Wachsthumsrichtung zusammenfällt. Bekanntlich bildet der Lanarkit bis $1^{1}/_{2}$ Cm. lange Krystallnadeln, welche immer einige theils glatte, theils gekrümmte Säulenflächen erkennen lassen. Das freie Krystallende ist nur selten gut entwickelt. Es entspricht dem Pole $+ Y$ oder $- Y$; da an den Krystallen diese Coordinatenaxe Y mit der Hauptwachsthumsaxe zusammenfällt. Die scheinbaren Prismenflächen des Lanarkits fallen deshalb in oder nahe an unsere Zone der Domen, und entsprechen in bunter Reihenfolge unseren Formen *a*, *c*, *u*, *σ*, *v*, *w*, *τ*.

Die Fläche *c* (001) ist die Fläche der vollkommensten Theilbarkeit und hat ausgezeichneten Demantglanz. Nach *a* und *u* sind Spuren von Spaltbarkeit vorhanden. Die Pyramidenflächen *z* (131) sind glänzend, kommen relativ häufig vor, und erlauben die Ermittlung des Coordinatensystems. *s* (1 . 10 . 5) ist selten. Das Doma *u* (103) tritt selten ebenflächig auf, statt seiner beobachtet man fast immer die vicinalen Flächen *v*, *w*. Ebenso verschwimmt auch das Doma *σ* ($30\bar{2}$) in eine nahgelegene vicinale Pyra-

mide τ. Die Existenz dieser Pyramidenflächen lässt sich beim Centriren der Zone $a\,c\,a'\,c'$ selbst mit freiem Auge leicht erkennen. Fast an allen Krystallen fehlt der Parallelismus der Kanten in dieser scheinbaren Säulenzone ac, und letztere convergiren theils nach rechts theils nach links.

Die Indices dieser 3 vicinalen Flächen v (10 . 1 . 29) — w (13 . 4 . 37) — τ (23 . 1 . $\overline{1}5$) lassen sich nur durch hohe complicirte Verhältnisse ausdrücken. Trotzdem genügen selbst so hohe Zahlen nur unvollkommen beiden Bedingungen gleichzeitig: dem Zonenverbande und den Winkelverhältnissen. Für die Existenz von wahren Zonen am Lanarkit fehlt selbst nach meinen Beobachtungen noch jeder directe unumstössliche Beweis. Die geringe Zahl der Flächen und deren Beschaffenheit hindert das Erkennen von etwa vorhandenen Zonen. Und in der That, selbst die wahrscheinliche Zone u, v, w, z habe ich an keinem Krystalle vollkommen entwickelt beobachtet. Dies hat aber grossen Einfluss auf die Richtigkeit der Indices von v, w, τ. Denn die Hypothese ist sehr plausibel, dass die Flächen v, w, hervorgerufen sind durch einen Zonenverband zwischen u und z, sowie anderseits die Fläche τ durch eine Zone $\tau z s$ oder $\tau' s z$ (Fig. 2).

Die Indices von v, w, τ, welche ich adoptirt habe, genügen den Anforderungen eines solchen hypothetischen Zonenverbandes mit einem Fehler von circa 1 Procent. Es ist der Ausdruck für die Zone uz : [$\overline{9}23$]. Der adoptirte Index von v liefert $-90 = 2 + 87$, also einen Fehler von $^1/_{179}$; der Index von w liefert $-117 = 8 + 111$, also einen Fehler von $^2/_{236}$. Ebenso stimmt auch der Index von τ nur annähernd mit der Zone sz. Ich erwähne diese Abweichungen der Indices vom Zonenverband ausführlicher, weil hiedurch vielleicht die Aufmerksamkeit späterer Beobachter diesem Punkte zugelenkt wird und es diesen gelingen mag, die vermuthete Induction von vicinalen Flächen durch den Zonenverband am Lanarkit entweder zu bejahen oder zu verneinen. Hätte ich dem Zonenverband vollkommen gerecht werden wollen, so müssten die Indices von v, w, τ dreiziffrige Zahlen sein. Diess habe ich vermieden. Ich habe vorläufig geringeres Gewicht dem Zonenverbande beigelegt, grösseres hingegen der Bedingung, dass durch den Index möglichst genau jener Ort in der Projection determinirt wird, welches den Messungen entspricht. Letzteres ist genügend erreicht mit den adoptirten zweiziffrigen Indices.

Ich erwähne jedoch, dass diese hohen Indices erst nach manchen Rechnungen definitiv von mir angenommen wurden. Naturgemäss war zuerst die Wahl eines anderen Parametersystems zu prüfen. Im § 5 werde ich ein zweites für Lanarkit mögliches, monoclines System (mit $c^* = {}^2/_3 c$) erörtern — aber auch durch diese Wahl würden die Indices nicht einfacher. Für die Annahme eines triclinen Systems fehlte mir die Berechtigung. Die Winkel und die Ausbildung der Krystalle sprechen gegen das tricline System. Ein Blick auf die nach der Natur gezeichneten Figuren 5—8 lehrt,

dass die Pyramiden z in einer dem monoclinen Systeme entsprechenden Flächenanzahl und sowol am + Y Pole, als an dem — Y Pole auftreten. Wollte man diese Formen durch die Zwillingsbildung eines triclinen Krystalls erklären, so wäre diess wohl theoretisch möglich. Allein am Lanarkit fand ich nie die Zwillingswinkel $\bar{a}a$, $c\bar{c}$, $a\bar{c}$. Ferner stimmen die Messungen mit den Rechnungen (vergl. § 3). Sollten aber trotzdem spätere Beobachter — vielleicht an noch besserem Materiale, die Existenz des triclinen Systems erkennen: so lässt sich doch nur eine sehr geringe Differenz der Axenwinkel XY, ZY von 90° erwarten. Eine Verbesserung des Zonenverbandes, der hier in diesem Paragraph in erster Linie zu berücksichtigen ist, würde auch durch eine solche Correction der Axenwinkel kaum erreicht.

§ 3. An den untersuchten Krystallen waren immer nur Hälften der gesammten Gestalt entwickelt. Bisher habe ich noch an keinem Handstücke Kryställchen gesehen, die beide Pole + Y und — Y gleichzeitig entwickelt gehabt hätten. Aber anderseits muss hervorgehoben werden, dass das freie Ende nicht immer durch einen gleichen Pol... sei es nun + Y oder — Y... gebildet wird. Ich beobachtete Krystalle, deren freies Ende, wie aus der Lage der Flächen a, c, z erhellt, den Quadranten mit + Y[z (131)] entsprach; andere Exemplare hatten hingegen die Flächen der Quadranten mit Y[$'z$ $(1\bar{3}1)$] ausgebildet. In beiden Fällen waren die morphologischen Verhältnisse ident. Es ist daher kein polarer Gegensatz vorhanden, an den man etwa denken möchte, wenn man sich der Constanz des säulenförmigen Wachsthums erinnert.

In der nachfolgenden Besprechung der gemessenen Krystalle werde ich nur jene Individuen speciell anführen, welche durch das Vorkommen von Pyramidenflächen die morphologischen Verhältnisse des Lanarkit gut erkennen lassen. Die symmetrisch gezeichnete Figur 3 gibt in Verbindung mit der Projection (Fig. 1—2) ein theoretisches Bild der Gestalten. In der Natur werden die Formen durch das Ueberwiegen der vicinalen Flächen v, w, τ vielfach verzogen und ich habe daher in Fig. 4—8 möglichst naturgetreue Constructionen beigefügt.

Krystall 1. Derselbe trägt eine für Lanarkit beträchtlich grosse Zahl von Flächen: die Pyramiden s, z, und die vicinalen Flächen v, w, τ. Beobachtet ward das negative (— Y) Polende mit $'z$ $(1\bar{3}1)$ $'s$ $(1\,\bar{1}0\,5)$ $'z'$ $(\bar{1}\bar{3}\bar{1})$. Von der relativen Lage der Flächen gibt die Projection auf die Ebene (010) eine Darstellung (Fig. 4). Von der morphologischen Ausbildung des Krystalls die ziemlich ähnliche Fig. 5. Die Genauigkeit der Winkelmessungen ist nicht sehr gross.

	beob.	Gewicht*)	gerechnet.
c 'z	76° 42′	2	76° 42′
c 'z′	103°	circa	103° 18′
'z 'z′	48° 50′	1/9	49° 24′
c 's	70° 30′	1/4	70° 3.′5
c a′	91° 30′	1/4	91° 49′
c 'τ′	70°	circa	69° 19′
c 'v′	151° 25′	1/2	151° 32.′6
c 'v	30°	circa	28° 27.′3
'v′ 'z	109° 10′	1	109° 17.′6
'v 'v′	174° 30′	circa	175° 16.′6
'v 's	66° 50′	1/9	67° 5.′
'v 'z′	109° 30′	circa	109° 17.′6
's 'z′	42° 50′	1	42° 54.′3
's 'z	14° 50′	1/9	15° 20′
'v′ 's	108° 50′	circa	108° 12.′3
'τ 's	87° 40′	circa	89° 16′
'τ 'z	73° 10′	circa	73° 56.′5

Obgleich dieser Krystall nicht die bestmöglichen Messungen lieferte, so haben die an ihm gewonnenen Daten doch grosse Wichtigkeit für die richtige Bestimmung der Indices. Die Messung 'v 'v′ liefert den Beweis für die pyramidale Lage von v(10 . 1 . 29). Die ziemlich gute Zone 'τ 's 'z erlaubt den Ort von 'τ 23 . $\bar{1}$. $\overline{15}$) in der Projection festzulegen.

Krystall 2. An diesem Krystallfragmente wurde der positive Pol mit den Flächen z(131) z′($\bar{1}3\bar{1}$) beobachtet (vergl. Fig. 6). Da die Reflexe sehr scharf waren, wurden dieselben der Ermittlung des Parametersystems zu Grunde gelegt.

---

*) Ich notire neben den beobachteten Winkeln auch noch das relative Gewicht der einzelnen Beobachtungen. Dieses Gewicht basirt wohl auf dem wahrscheinlichen Fehler der Beobachtung; allein letzterer wird nicht abgeleitet aus der Zahl der Repetitionen. Heutzutage kommen ja bei Krystallmessungen kaum »Ablesungs«fehler vor. Der wahrscheinliche Fehler wird vielmehr hervorgerufen durch die eventuelle Unmöglichkeit genauen Einstellens, durch einen undeutlichen Reflex der Flächen; und lässt sich als Function des letzteren bestimmen. Ich habe diess in meinen »Mineralogischen Mittheilungen« V. Reihe Nr. 41 (Sitzungsber. Wiener Akademie vol. 67. I. Aprilheft) erörtert. Bedeutet nun 2Δ die gesammte mögliche angulare Ungenauigkeit der Reflexe an beiden Flächen, Δ somit an einer Fläche, so ist das relative Gewicht g einer betreffenden Beobachtung für

Δ =	0.′5	1′	2′	3′	4′	5′	6′	10′
g =	4	2	1	1/2	1/4	1/6	1/9	1/25.

	beob.	Gewicht	gerechn.
c z	76° 42′	2	76° 42*
c z′	103° 21′	2	103° 18′
z z′	49° 23.′5	4	49° 24′*
c a	88° 11′	4	88° 11′*
a z	69° 8′	4	69° 9′
a z′	110° 53′	4	110° 51′
c w	29° 28′	1/2	29° 39′
c w′	151°	circa	150° 21°
a w	59° 56′	1/9	59° 39.′3
w w′	166°	circa	165° 20′
w z	61° 10′	1	61° 9.′6
w z′	104° 50	1/4	104° 32′
w′ z′	61° 40′	circa	61° 9.′6
w′ z′	104° 40′	1/4	104° 32′

Im Vergleiche zum Krystall 1 ist hier das Auftreten der neuen vicinalen Fläche *w* (13 . 4 . 37) bemerkenswerth. Auch von ihr kommt nicht etwa bloss Fläche und Gegenfläche, sondern das monocline Flächenpaar *w*, *w′* mit 166° vor. Ein differentes Verhalten dieser vicinalen Formen zeigt der nachfolgende Krystall.

Krystall 3. Beobachtet ward das positive Ende mit + *Y*. An diesem Exemplare kommt von den Flächen *v* nur ein paralleles Paar, nämlich *v′* ($\bar{1}3\bar{1}$) und *′v* ($1\bar{3}1$) vor (vgl. Fig 7). Es deutet diess an, dass das aufgewachsene Krystallende mit — *Y* denselben morphologischen Gesetzen, wie das freie positive Ende, gehorcht.

	beob.	Gewicht	gerechnet
z z′	49° 15′	1	49° 24′
c z′	103° 30′	1/4	103° 18′
c z	76° 49′	1	76° 42′
c v′	151° 25′	1	151° 32.′6
c ′v	29°	circa	28° 27.′3
′v v′	180°	circa	180° 0.′
v′ z	109° 17′	2	109° 17.′6
v′ z′	66° 20′	1	66° 5.′5
′v z′	113° 40′	1/4	113° 54.′5

Krystall 4. Das freie Ende entspricht — *Y*. An ihm kommt neben der Fläche *v* noch das wahre Doma *u* (103) vor. Beide Flächen verschwimmen aber so in einander, dass sie sich nur am Goniometer mittelst der Reflexe trennen lassen (vergl. Fig. 3 und Fig. 5).

	beob.	Gewicht	gerechnet
$'z\ 'z'$	49° 15′	1	49° 24′
$c\ 'z$	76° 41	4	76° 42
$c\ 'z'$	103° 22′	1	103° 18′
$c\ a'$	91° 40′	1	91° 49′
$c\ 'v'$	151° 20	1/9	151° 32.′6
$c\ u'$	152° 20′	1/9	152° 25.′5
$'v'\ 'z'$	66° 5′	1	66° 5.′5
$'v'\ 'z$	109° 32′	1/2	109° 17.′6
$c\ \sigma$	112°	circa	111° 8.′6

Der Messung und der Zone nach fällt σ am nächsten dem Orte eines Doma $(30\bar{2})$, und letzteres ward deshalb der Flächentabelle eingereiht.

Krystall 5. Derselbe mag als ein Beispiel gelten für die gewöhnlich vorkommenden lanzettförmigen Krystalle, an denen das freie Polende entweder abgebrochen oder undeutlich entwickelt ist. An unserem Individuum dominiren die Flächen acc' und die meisselähnliche Form wird durch das einseitige Auftreten der Fläche v hervorgerufen (vergl. Fig. 8). Das positive (Y) Ende ward beobachtet.

	beob.	Gewicht	gerechnet
$c\ a$	89° 22	1/2	89° 11
$a\ c'$	91° 48′	4	91° 49′
$c'\ v$	151° 7′	1/2	151° 32.′6
$a\ v$	59° 25	1/2	59° 50.′6

§ 4. Die Discussion dieser wenigen Krystalle wird genügen, um die in der Natur vorkommenden Lanarkitformen entziffern zu können. Ferner wird es durch sie bereits möglich, die morphologischen Daten der früheren Literatur auf ihren Werth zu prüfen.

Von Brooke bis Miller finden wir citirt drei Flächen und drei Winkel. Diese Messungen sind annähernd richtig:

Brooke-Miller	$a^0u^0 = 88° 45'$	jetzt Schrauf:	$ac = 88° 11'$
	$a^0v^0 = 59° 15'$		$aw = 59° 39.'3$
	$u^0v^0 = 29° 30'$		$cw = 29° 39'$

Die morphologische Bedeutung der Flächen a^0 u^0 v^0 ward aber verkannt. Sie liegen weder in einer Zone, noch ist a^0 die Hauptspaltungsfläche. Letztere (c Schrauf) fällt mit u^0 zusammen. Ein ähnliches Verkennen der Flächen findet sich in Greg and Lettsom Mineralogy. Diese genannten Forscher führen neben obigen a^0 u^0 v^0 noch die neue Fläche M^0 an [$a^0 = v$; $v^0 = a$; $M^0 = z$] mit den Winkeln:

Gr. a. Letts.	$a^0v^0 = 59° 15'$	jetzt Schrauf	$av = 59° 50.'6$
	$M^0M^0 = 49° 50'$		$zz' = 49° 24'$
	$a^0M^0 = 65° 10'$		$vz = 66° 5'$
	$v^0M^0 = 69° 50'$		$az = 69° 9'$

Man erkennt, dass Greg-Lettsom die Pyramide *z* (131) ziemlich richtig gemessen haben. Ja, es hätte sich schon aus ihren Daten ein Parametersystem ableiten lassen, würden die genannten Forscher nicht einem — wahrscheinlich unfreiwilligen — Irrthume zu Opfer gefallen sein. Ich vermuthe, dass nach vollendeter Messung die Winkel $a^0 M^0$ und $v^0 M^0$ auf irgend eine Art confundirt und schliesslich vertauscht wurden. Letzteres blieb dann im Drucke stehen, weil es anscheinend richtig war. Wäre nämlich M^0 eine Prismenfläche, so stimme hiermit $a^0 M^0 + {}^1/_2\, M^0 M^0 = 65^0\, 10' + 24^0\, 55' = ab = 90^0$ mit einem Fehler von nur 5′. Allein M^0 ist keine Prismenfläche, welche in der Zone von 100 : 010 liegt. Und deshalb verliert auch die Rechnungsangabe von Dana (Mineralogy) $I : I = 85^0\, 48'$ jede Berechtigung.

§ 5. Am Schlusse meiner Notiz will ich noch die Möglichkeit erörtern, ein etwa passenderes Parametersystem für Lanarkit zu wählen. Die hohen Indices der von mir beobachteten Flächen erregen sicher den Gedanken: ob nicht durch passende Multiplicatoren diese Indices vereinfachbar wären, ohne deshalb das monocline System zu verlassen. In der That bietet sich für Lanarkit ein zweites Parametersystem dar, mit $c^* = {}^2/_3\, c$.

$$a^* : b^* : c^* = 0.868113 : 1 : 0.922423 \quad \eta = 91^0\, 49'$$

welches wenigstens nach einer Richtung hin einen neuen Gesichtspunkt eröffnet.

Die Ausbildung des Lanarkit mit vorherrschender Domenzone und pyramidaler Endigung erinnert bereits an die Formen des Linarit, an jene des Azurit. Und nicht bloss eine Analogie der Form, auch ein ziemlich bemerkbarer Isogonismus herrscht zwischen Azurit und Lanarkit. Nach meinen Messungen ist für

	Lanarkit		Azurit
(010) (110)	$= bm = 49^0\, 3'.5$		$bm = 49^0\, 38'$
	$ac' = 91^0\, 49'$		$ac' = 92^0\, 24'$
(100) (103)	$= au = 60^0\, 36'$	(100) (102)	$= a\zeta = 60^0\, 44'$

Obiges Parametersystem $a^*\, b^*\, c^*$ würde nun diesem Isogonismus entsprechen und die Flächen des Lanarkit parallel jenen des Azurit stellen. Hierbei blieben (100) (010) (001) (110) in ihrer Lage, und nur das bisherige Doma *u* (103) erhielte den Index $(102)^*$ und wäre dann gleich beziffert mit der isogonen Fläche ζ (102) am Azurit. Allein die übrigen Flächen gewinnen wenig durch diese Umstellung. Es wird *z* $(392)^*$; *s* (3 . 30 . 10. ; *v* $(30 . 3 . 58)^*$; *w* $(39 . 12 . 74)^*$.

Ich glaube deshalb an dem ursprünglich gewählten Parametersystem festhalten zu müssen. —

IV. Ueber eine regelmässige Verwachsung von Quarz und Kalkspath.

Von

Edw. S. Dana in New Haven.

Das Vorkommen von Quarzkrystallen in regelmässiger Stellung auf den Flächen eines Rhomboëders von Kalkspath ward vor längerer Zeit von Breithaupt beschrieben. Die Beziehung der beiden Mineralien zeigt die von ihm gegebene Figur: jeder Quarzkrystall hat eine primäre Pyramidenfläche einer solchen des Rhomboëders — $^1/_2 R = x$ $(10\bar{1}2)$ vom Kalkspath parallel. Breithaupt erwähnt auch Stücke, an welchen der Kalkspath entfernt ist, und nennt, unter der Rubrik von Pseudomorphosen von Quarz nach Kalkspath die resultirende Form »Quarzdrillinge« (Berg- und hüttenmänn. Zeitung, 1861, S. 54).

Ein einigermassen analoger Fall wurde durch G. Rose*) und Hrn. G. Eck**) von Reichenstein in Schlesien beschrieben, und neuerdings gaben die HH. vom Rath und Frenzel***) eine vollständige und durch eine Reihe von Figuren illustrirte Beschreibung eines ähnlichen Vorkommens von Schneeberg in Sachsen. Bei dem letzteren war das Kalkspathrhomboëder von dem Quarz vollkommen umhüllt; auf jeder Rhomboëderfläche des ersteren sass je ein Quarzkrystall mit einer R-Fläche auf, und durch die Ausdehnung dieser sechs Krystalle wurde eine Form hervorgebracht, welche mit ihren einspringenden Winkeln wie ein Quarzdrilling erschien. Es wurde jedoch von Hr. vom Rath gezeigt, dass der Kalkspath allein die Stellung der Quarzkrystalle bedinge, dass weder die verticale, noch horizontale Zwillingsebene des Gebildes einer möglichen Fläche des Quarzes entspreche, die Form also ein »Pseudodrilling« sei.

---

*) Poggend. Ann. d. Phys. 1851. 83. Bd. 461.

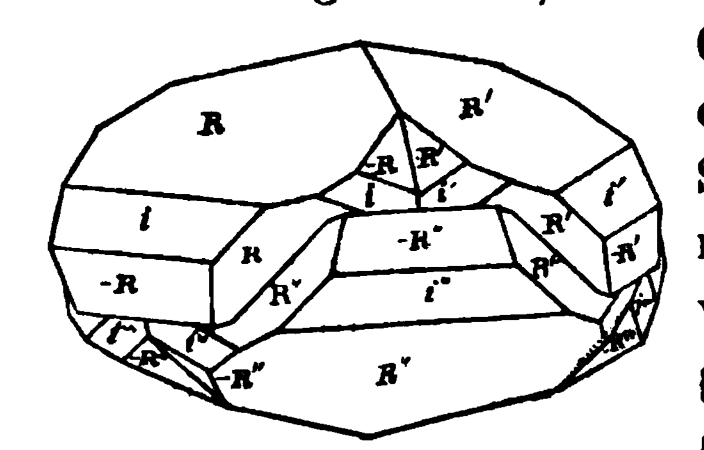
**) Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1866. 18. Bd. 426.

***) Poggend. Ann. d. Phys. 1875. 155. Bd. 17.

Es sind ausser diesem bereits verschiedene andere Fälle regelmässiger Verwachsungen von Krystallen verschiedener Substanzen beschrieben worden (Albit und Orthoklas, Pyroxen und Amphibol, Chrysolith und Humit u. a.), aber jener Fall ist von einem besonders anomalen Charakter. Es ist daher von Interesse, die Entdeckung eines neuen derartigen Vorkommens mitzutheilen, welches einige bisher nicht beobachtete Züge darbietet und wenigstens eine theilweise Erklärung der geometrischen Beziehung zwischen beiden Mineralien liefert.

Das zu beschreibende Exemplar wurde vom Verfasser in dem »Yellowstone National-Park« gefunden, und zwar in der Nähe des aus vulkanischem Conglomerat bestehenden »Specimen Mountain«, einer Localität, welche bereits viele schöne Amethyste, Chalcedongeoden und verkieseltes Holz geliefert hat. Es besteht meistentheils aus Chalcedon; auf dessen Oberfläche sind Kalkspathrhomboëder — $^1/_2 R$ aufgewachsen, und endlich sind diese und die Oberfläche des Chalcedons von dem zuletzt gebildeten Quarz umhüllt worden. Während dieser aber auf dem Chalcedon eine Kruste kleiner unregelmässig gestellter Krystalle bildet, sind alle auf dem Kalkspath aufgewachsenen, obgleich unzweifelhaft gleichzeitig mit den ersteren entstanden, von der Eingangs erwähnten regelmässigen Stellung, d. h. die pyramidalen Flächen, $+R$ oder $-R$, des Quarzes sind parallel den Flächen — $^1/_2 R$ des darunter sitzenden Kalkspathes. Manchmal bilden parallele Quarzkrystalle eine Kruste auf dem Kalkspath, meist aber sind sie zu einem einzigen verbunden und bilden eine vollkommen glatte, zusammenhängende Fläche, parallel der des Kalkspaths. Die Krystalle des letzteren sind zum Theil über $^1/_2$ Zoll lang, und die zusammenhängende Quarzschicht, welche sie vollkommen umhüllt, hat nur eine Dicke von $^1/_2$ mm.; sie kann leicht entfernt, und dadurch die Kalkspathform vollständig freigelegt werden.

Den allgemeinen, sehr gleichmässigen Habitus dieser merkwürdigen Gebilde stellt die beistehende Figur (in welcher $i = \infty R = (10\bar{1}0)$ dar, und zwar ist die Symmetrie der Ausbildung bei den kleinen, nicht über $^1/_4$ Zoll dicken Krystallen fast so vollendet, wie in der Zeichnung. Eine Vergleichung dieser mit der von vom Rath gegebenen zeigt, dass sie zwar in den Hauptzügen dieser ähnlich, doch in einigen wichtigen Punkten davon abweicht.



Auf den ersten Anblick scheinen folgende Flächen in einer Zone zu liegen: i, $-R$, $-R'$ (zwischen beiden letzteren ist der oben dem Beobachter zugekehrte einspringende Winkel), i', — ferner: $i, R, R'', i'', -R''$, $-R^{IV}$; — und: $i', R', R'', i'', -R'', -R'''$: diese drei Zonen bilden aber offenbar, wenn man sie rings um den Krystall verfolgt, die eine die Fort-

setzung der andern. Es liegt aber nur ein bemerkenswerther Fall von »Pseudosymmetrie« vor, denn bei der Untersuchung mit dem Reflexionsgoniometer erweisen sich die genannten Flächen als eine »Pseudozone« bildend, wenn auch die Abweichung ihrer Kanten vom Parallelismus nur eine sehr geringe ist. In dieser »Zone«, wenn wir sie so nennen sollen, wurden mit dem Reflexionsgoniometer (mit zwei Fernröhren) folgende Winkel der, übrigens nicht den höchsten Grad von Genauigkeit gestattenden, Flächen gemessen:

1. Zone: $i, -R, -R', i'$:

$i : -R = 66^0\,48'$ $i : -R' = 36^0\,12'$ $-R : -R' = 30^0\,32'$

$i' : -R' = 66^0\,50'$ $i' : -R = 36^0\,15'$ $i : i'' = 102^0\,31'$

2. Zone: $i, R, R'', i'', -R'', -R^{IV}$:

$i : i'' = 77^0\,52'$ $R : R'' = 55^0\,58'$ $-R'' : -R^{IV} = 30^0\,47'$.

Nehmen wir einmal an, dass die genannten Flächen, wie es ja den Anschein hat, wirklich in einer Zone liegen, dass also das ganze Gebilde eine regelmässige Verwachsung von Quarzkrystallen sei, so ist es klar, dass die Zwillingsebene der beiden oberen Krystalle in der Zone $i, -R$ u. s. w. liegen und die Winkel $i : i'$ (oder, was dasselbe ist, $-R : -R'$) halbiren muss, oder aber, dass die dazu senkrechte Ebene derselben Zone als Zwillingsebene zu betrachten sei. Ebenso müsste für einen oberen Krystall und den diagonal darunter liegenden die Zwillingsebene eine Fläche der Zone $i, +R$ u. s. w. sein, und zwar entweder diejenige, welche die Winkel $i : i''$ und $R : R''$ halbirt, oder die dazu senkrecht stehende.

Im ersteren Falle folgt aus der Messung von $-R : -R^1$ der Winkel der Zwillingsebene mit der Fläche $i = \infty R$ zu $38^0\,24'$, aus der Messung von $i : i^1$ zu $38^0\,44\frac{1}{2}'$.

Für den zweiten Fall erhält man aus der Messung von $R : R''$ für den Winkel der Zwillingsebene mit dem Prisma $51^0\,7'$ (oder $38^0\,53'$, wenn die Zwillingsebene die zu jener normale Fläche sein soll), aus der Messung von $i : i''$ für dieselben Winkel $51^0\,4'$, bez. $38^0\,56'$.

Wenn wir diese Winkel mit denen der Flächen, welche in der Zone $R = \varkappa\,(10\bar{1}1) : \infty R = (01\bar{1}0)$ liegen und bekanntlich das allgemeine Symbol $m\,P\frac{m}{m-1}$ haben, vergleichen, so finden wir, dass derselbe merkwürdig nahe steht demjenigen von $2\,P\,2 : \infty R$, welcher $37^0\,58'$ beträgt; diese beim Quarz so gewöhnliche Fläche ist daher a n n ä h e r n d d i e Z w i l l i n g s e b e n e. Im ersten Falle erhielten wir für jenen Winkel $38^0\,24'$ und $38^0\,45'$, im zweiten $38^0\,53'$ und $38^0\,56'$, eine Uebereinstimmung, welche immerhin bemerkenswerth ist.

Obgleich also die Stellung der Quarzkrystalle unzweifelhaft durch den Kalkspath bedingt ist, besitzt doch die dadurch gebildete Form einen merk-

würdigen Grad von Symmetrie, und nähert sich sehr einer solchen, welche durch Zwillingsbildung nach 2 *P* 2 hervorgebracht werden würde; zwei anliegende Krystalle würden mit der Zwillingsebene, zwei diagonal gegenüberliegende mit der dazu normalen Fläche verwachsen sein, bei gleichem Zwillingsgesetz.

Dass die so hervorgebrachte Gruppirung der Quarzkrystalle sehr nahe einer Form entspricht, welche unabhängig für sich existiren kann, muss wohl, wenigstens theilweise, als Ursache für diese so merkwürdige Verwachsung von Quarz und Kalkspath angesehen werden.

V. Ueber die Dimorphie des Hydrochinons und des Paranitrophenols.

Von

Otto Lehmann in Freiburg i. Br.

Es ist in neuester Zeit an einer Reihe von organischen Verbindungen eine physikalische Isomerie oder Dimorphie, das Auftreten derselben in zwei physikalisch verschiedenen, chemisch aber vollkommen identischen Modificationen, beobachtet worden, und zwar ist man zuerst durch die Verschiedenheit der Schmelzpunkte derselben auf die Erscheinung aufmerksam geworden (s. Zincke, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1871, S. 576). Die Krystallformen beider Modificationen sind erst in einem einzigen Falle bestimmt worden, bei dem Paratolylphenylketon, von C. Bodewig (Poggendorff's Ann. d. Phys. 1876, CLVIII, 232, an welcher Stelle auch die andern, bisher bekannten Fälle aufgezählt werden).

Es ist mir nun gelungen, dieselbe Erscheinung an dem Hydrochinon und dem Paranitrophenol, zwei Biderivaten des Benzols von gleicher Stellung der substituirenden Gruppen im Molekül, nachzuweisen und zugleich die Krystallgestalten beider Modificationen derselben zu bestimmen. Vermuthet wurde diese Dimorphie bereits 1870 von P. Groth (Poggendorff's Ann. d. Phys. CXLI, 34), ohne dass indessen damals ein bestimmter Beweis derselben gegeben werden konnte. Durch eine Differenz der Schmelzpunkte würde dieser Nachweis hier kaum haben geliefert werden können, da jene eine äusserst geringe ist; dass indess auch bei diesen beiden Substanzen eine solche vorliegt, kann man unter dem Mikroskope beobachten, wenn man die Krystalle beider Formen des Hydrochinon's oder des Nitrophenol's neben einander erwärmt, indem dann die eine zuerst schmilzt. Das Nähere über die hierbei anzuwendende Methode werde ich in einer demnächst erscheinenden Arbeit*), welche sich vorwiegend mit dem Ein-

*) Diese Arbeit ist bereits bei der Red. eingelaufen und wird im nächsten Hefte dieser Zeitschr. erscheinen. P. G.

fluss der Wärme auf die Umwandlung der verschiedenen physikalisch isomeren Zustände in einander beschäftigt, zeigen. Bei dem Hydrochinon kann man übrigens auch nach der gewöhnlichen Methode der Schmelzpunktbestimmungen den Unterschied beider Modificationen erkennen, wenn man dieselben neben einander in zwei, am Thermometer befestigten Röhrchen erhitzt; bei 169° (uncorrig.) fängt die erste an zu schmelzen, wenig später, noch ehe diese Probe ganz flüssig ist, und bevor das Thermometer auf 170° gestiegen, beginnt auch die Schmelzung der andern.

Die Eigenschaften der genannten Körper in ihren beiden physikalisch isomeren Zuständen sind nun die folgenden:

1. Hydrochinon $= C^6 H^4 (HO) (HO)$, Stell. 1. 4.

a) Die Modification dieser Substanz mit niedrigerem Schmelzpunkt (labile Mod.) entsteht beim Sublimiren derselben, welches man am besten zwischen zwei Uhrgläsern derart ausführt, dass man zwischen beide ein vorher gut getrocknetes Filtrirpapier einfügt, das untere, welches das Hydrochinon enthält, auf dem Sandbade langsam erhitzt und das obere durch nasse Kissen abkühlt. Alsdann sublimirt die Substanz langsam durch das Fliesspapier hindurch in den oberen Raum und verdichtet sich hier zu äusserst dünnen glänzenden Blättchen von rhombischer Gestalt, deren spitzer ebener Winkel 42° beträgt. Die ausserordentlich schmalen Randflächen sind schief zu der vorherrschenden Fläche und bilden eine prismatische Form, während zuweilen noch die spitzen Winkel jener Rhomben symmetrisch abgestumpft sind durch eine, ebenfalls schiefe Querfläche. Die Messungen, welche wegen der Kleinheit der Flächen nur sehr ungenaue sein konnten, mit aller Sicherheit aber die optischen Eigenschaften, beweisen, dass die Krystalle dem monosymmetrischen Systeme angehören. Betrachten wir die vorherrschende Fläche der Blättchen als Basis $c = oP = (001)$ und die genannte Querfläche als Orthopinakoid $a = \infty \bar{P} \infty = (100)$, so wird jene prismatische Form zur hintern Hemipyramide $o = + P = (\bar{1}11)$. Es wurde gemessen:

$$o : c = 62^0\ 40'$$
$$a : c = 73^0\ \ 0'$$

und der ebene Winkel auf $c = 42^0$ —;
daraus folgt der Winkel $o : o$

$$(\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1) = 112^0\ 4'$$

und das Axenverhältniss

$$a : b : c = 2{,}605 : 1 : 1{,}558$$
$$\beta = 73^0.$$

Die Auslöschungsrichtungen der dünnen basischen Tafeln liegen genau diagonal; die Symmetrieebene, welche durch die lange Diagonale geht, ist die Ebene der optischen Axen, und zwar bilden diese selbst, wie es dem

monosymmetrischen Krystallsystem entspricht, mit der Basis ungleiche Winkel; an einer solchen, also gegen die Mittellinie geneigten, Platte wurde der Winkel der beiden Axen in Oel = 92° (für Natriumgelb) gefunden.

b) Die stabile Modification entsteht beim Krystallisiren aus Lösungen, z. B. aus Wasser. Es sind meist lange Nadeln, deren Krystallform bereits von P. Groth bestimmt wurde (Physikal. Krystallographie, S. 289); derselbe fand:

Krystallsystem hexagonal, rhomboëdr. hem.

$$a : c = 1 : 0,6591.$$

Es sind lang ausgebildete hexagonale Prismen 2. Ordnung $p = \infty P2 = (11\bar{2}0)$, an deren Ende entweder nur die drei Flächen des Rhomboëders $r = +R = (10\bar{1}1)$, oder ausser diesen als schmale Abstumpfungen der Polkanten $-\frac{1}{2}R = (01\bar{1}2)$ und kleine gerundete Flächen von $-R = (01\bar{1}1)$ auftreten. Die Winkel betragen:

	berechnet:	beobachtet:
$r : r =$	63° 16′	62° 57′
$r : p =$		*58 22

Die Doppelbrechung ist positiv und schwach.

Wenn man die unter a) beschriebene Modification bei geschlossenen Uhrgläsern langsam erkalten lässt, bilden sich zuweilen neben den monosymmetrischen Blättchen sehr dünne lange seidenglänzende Nadeln, deren Schwingungsrichtung im polarisirten Lichte genau parallel ihrer Längsaxe ist, welche also nichts Anderes sein können, als bei niedrigerer Temperatur gebildete Krystalle der zweiten Modification; messbar sind dieselben wegen ihres geringen Durchmessers indess nicht.

2. Paranitrophenol = C^6H^4 (HO) (NO^2), Stell. 1. 4.

Von diesem Nitrophenol erhielt Fritzsche 1857 (Journ. f. praktische Chemie, LXXV, 257 f.) aus warmer wässriger Lösung farblose nadelförmige Prismen mit einer flachen Hemipyramide, dagegen aus kalter ätherischer Lösung gelbröthliche grössere Prismen mit einer spitzen Hemipyramide, deren Farbe am Licht intensiver wurde. Die ersten, »längere Zeit dem Licht ausgesetzt, verloren ihre Durchsichtigkeit, nahmen eine röthliche Färbung an und liessen beim Zerdrücken unter dem Mikroskop erkennen, dass sie mit Beibehaltung ihrer äussern Form in unzählige kleine Krystalle der gefärbten Modification umgewandelt worden waren«. Trotz dieser Beobachtung nahm Fritzsche keine Dimorphie für diese beiden Modificationen an, weil Hr. von Kokscharow (Bull. phys. mathém. Petersburg. T. XVII. 1858) fand, dass die Prismen beider in ihrem Winkel bis auf eine Differenz von 1°, welche er der Unvollkommenheit der Ausbildung der Flächen zuschrieb, übereinstimmten, und dass die Endflächen sich auf gleiche Grundform zurückführen liessen, wobei die Verticalaxe der flachen Hemipyramide

der farblosen Modification zu der steileren Hemipyramide der gefärbten, sich wie 1 : 2 verhält.

Wir haben es aber bei diesen beiden Arten von Krystallen wirklich mit zwei physikalisch differenten Substanzen zu thun, wie die optischen Eigenschaften und die Spaltbarkeit beweisen, und zwar ist, wie schon aus Fritzsche's Versuchen hervorgeht, die farblose Modification die labilere; dieselbe erhält man auch in schönen Krystallen beim langsamen Erstarren der geschmolzenen Masse nach derselben Methode, nach der man die monosymmetrischen Krystalle des Schwefels darstellt (Einstossen der erstarrten Decke und Ausgiessen des flüssigen Innern). Die Eigenschaften der beiden Formen sind folgende:

a) Labile Modification: Es wurden sowohl Krystalle aus dem Schmelzfluss, als aus warmer wässriger Lösung (letztere ein von Fritzsche herrührendes Präparat) untersucht.

Krystallsystem monosymmetrisch,

$$a : b : c = 0{,}6796 : 1 : 0{,}3445$$
$$\beta = 79^0\ 6'\ ^*)$$

Combinationen eines Prisma $p = \infty R 2 = (120)$ mit einer flachen Hemipyramide $o = + P = (\bar{1}11)$; die aus dem geschmolzenen Zustande erhaltenen Krystalle zeigen oft noch $b = \infty R \infty = (010)$ und sind dann nicht selten nach dieser Fläche tafelartig ausgebildet.

Kantenwinkel:	beobachtet: Lehmann:	Kokscharow:	berechnet:
$p : p$ vorn	*106° 19′	105° 23′	—
$o : o$ Polk.	36° 22′	*36° 15′	—
$p : p$ hinten	65° 0′	*65° 23′	—
$o : p$ vorn	—	85° 26′	85° 53′

Im Prismenwinkel wurden an verschiedenen Krystallen sehr grosse Schwankungen beobachtet, von 105° 10′ bis 107° 0′; man sieht indess, dass kein Einzelwerth bis zu demjenigen der zweiten Modification hinabgeht, dass sich sogar aus meinen Messungen eine grössere Differenz der Prismen beider ergibt, als sie Kokscharow gefunden hat. Da die bei der Messung der Endflächen verschiedener Krystalle erhaltenen Resultate stärker differiren, als die Kokscharow's, so sind dessen Werthe für $o : o$ und $o : p$, für den Prismenwinkel jedoch der von mir gefundene Mittelwerth, der Rechnung zu Grunde gelegt, der hieraus berechnete Controlwinkel $o : p$ (vorn) stimmt mit Kokscharow's Messung genügend überein; was zufällig auch bei seinem, der andern Modification entnommenen Axenverhältniss eintraf.

*) Kokscharow's Angaben führen, unter der irrigen Annahme der Identität mit der andern Modification, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Verticalaxe nur halb so gross ist, als in jener, zu dem Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}6625 : 1 : 0{,}3425,\ \beta = 76^0\ 37'.$$

Spaltbarkeit deutlich vorhanden nach $+P\infty = (\bar{1}01)$, aber es sind keine vollkommen ebenen Flächen zu erhalten.

Die erste Mittellinie für gelb bildet mit der Verticalaxe einen Winkel von 22° im spitzen Winkel der Krystallaxen a und c; durch eine Spaltungsplatte nach $(\bar{1}01)$, welche nahe senkrecht zu der Mittellinie ist, sind beide Axen am Rande des Gesichtsfeldes, und zwar in der Symmetrieebene gelegen, sichtbar; Axenwinkel sehr gross.

b) Stabile Modification: Krystalle aus Lösungen, sowohl in Wasser, als auch in Alkohol, erhalten bei gewöhnlicher Temperatur:

Krystallsystem monosymmetrisch; Prismen $p = \infty \mathcal{P}2 = (120)$, am Ende entweder nur $o = +P = (\bar{1}11)$, oder dies untergeordnet und vorherrschend $c = oP = (001)$; letztere Ausbildung aus wässrigen Lösungen. Da meine Messungen mit denen v. Kokscharow's übereinstimmen, so bleibe ich bei diesen stehen; darnach ist das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,6625 : 1 : 0,6849$$
$$\beta = 76^0\ 37^1/_2{}'$$

und die wichtigsten Kantenwinkel:

$p : p$ vorn =	104° 24′
$o : o$ Polk.	55° 42′
$c : p$	81° 51′
$o : c$	57° 46′
$o : p$	44° 26′

Spaltbarkeit, wie bereits Kokscharow angibt, recht vollkommen nach $o = (\bar{1}11)$ (bei der ersten Modification war nach dieser Richtung keine Spur von Theilbarkeit zu bemerken).

Die erste Mittellinie für Gelb bildet mit der Verticalaxe $47^1/_2{}^0$ im stumpfen Winkel der krystallographischen Axen; durch c ist eine optische Axe fast genau in der Mitte des Gesichtsfeldes zu sehen; daraus folgt, dass der wahre Winkel der optischen Axen etwa 70° beträgt, optische Axenebene ‖ Symmetrieebene.

Bei dem Umstande, dass die Stellung der beiden Hydroxylgruppen im Hydrochinon dieselbe ist, wie die der Nitro- und Hydroxylgruppe im Paranitrophenol, und diese Atomgruppen nach den Untersuchungen von Groth (l. c.) nur einen mässigen, noch zu verfolgenden Einfluss auf die Krystallgestalt bei der Substitution für Wasserstoff ausüben, sollte man eine grosse Analogie dieser beiden Fälle erwarten. Diese ist jedoch nicht vorhanden, das Auftreten der Dimorphie muss hier also besondere Complicationen schaffen; während die beiden Modificationen des Nitrophenols demselben Krystallsystem angehören und in gewissen Winkeln so ähnlich sind, dass dadurch

Hr. von Kokscharow verleitet wurde, sie auf gleiche Grundform zurückzuführen, sind die Symmetrieverhältnisse der beiden Formen des Hydrochinons ganz verschiedene, und die Aehnlichkeit des Winkels $c:o$ bei dem einen (62° 40′) und $r:r$ bei dem andern (62° 57′) dürfte wohl eine zufällige sein. Vergleichen wir dagegen das monosymmetrische Hydrochinon mit dem Paranitrophenol, so lässt sich eine gewisse Aehnlichkeit mit der stabilen Form des letzteren nicht verkennen; nehmen wir bei diesem das auftretende Prisma zum primären, so wird das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1{,}3250 : 1 : 0{,}6849;\ \beta = 76^0\ 37';$$

das des Hydrochinons ist:

$$a : b : c = 2{,}605 : 1 : 1{,}558;\ \beta = 73^0;$$

d. h. a und c sind ungefähr doppelt so gross, als beim ersteren Körper. Ob diesen Beziehungen etwas Gesetzmässiges zu Grunde liegt, lässt sich mit Bestimmtheit erst entscheiden, wenn eine grössere Anzahl dimorpher Modificationen krystallographisch untersucht sein wird.

VI. Ueber eine manganhaltige Varietät des Tremolites.

Von

G. A. König in Philadelphia.

Als Hexagonit wurde von Hrn. Ed. Goldsmith (Proceedings Ac. Nat. Sciences of Philad. August 15, 1876) ein neues Mineral von Edwards, St. Lawrence Co. N.-Y., beschrieben, welches hexagonal (nach zwei Flächen tafelartige Prismen von 60°) sein und als Bisilikat in die Beryllgruppe gehören sollte.

Herr Clarence S. Bement von hier hatte zuerst das Mineral erhalten, und durch dessen Güte wurde ich mit einem zulänglichen Untersuchungsmateriale versehen. Dasselbe besteht aus leicht zerbröckelnden Stücken von porphyrischer Struktur. Die Grundmasse zeigt sich aus einer verfilzten Masse kleiner Säulchen zusammengesetzt, von hell violetter Farbe, blos mechanisch, ohne Bindemittel zusammenhaftend. Darin liegen eingebettet grössere Krystalle, amethystfarben bis violettblau, in regelloser Anordnung, aber meistens von dem oben angeführten, tafelförmigen Habitus. Beide Bestandtheile sind identisch, wie die Untersuchung ergab.

Die kleinen Kryställchen zeigten sich ebenflächiger als die grössern Individuen, und die folgende Messung wurde an einem solchen Kryställchen vorgenommen:

	beob.	berechn.
$(110):(1\bar{1}0) =$	55° 21′	—
$(110):(010) =$	62° 22′	62° 19½′

Die Prismen sind demnach nicht hexagonal, sondern, wie die optische Untersuchung lehrte, die Combination eines monoklinen Prisma, dessen Winkel gleich dem der Hornblende, mit der Symmetrieebene (010). Die Uebereinstimmung mit Amphibol wurde auch durch die vollkommene Spaltbarkeit nach $(110) = \infty P$ bewiesen; an zwei Spaltungsflächen wurde der Prismenwinkel 55° 25′ gefunden. Die Prismen trennen sich ausserdem leicht nach einer, schief zur Verticalaxe geneigten, basischen Fläche, doch

ist es nicht möglich, nach dieser Richtung ebene Flächen zu erhalten. Die Schwingungsrichtung im polarisirten Licht bildete 15—16° mit der Axe der Prismen, gesehen durch die Symmetrieebene, was genau mit den Angaben über Tremolit übereinstimmt.

Härte = 6,5; Volumgewicht bei 22 C° = 2,996.

Vor dem Löthrohre verhält sich das Mineral wie folgt:

In kräftiger Flamme schmelzen dünne Splitter zu weissem Email. Unter dem Schmelzpunkte ist die Farbe unveränderlich. Mit Borax und Soda erhält man eine reine Manganreaktion. Mit Kobaltlösung verhält es sich wie ein erdiges Silikat. Von Säuren wird es nur langsam angegriffen.

Die Zusammensetzung wurde gefunden:

		Sauerstoff	
SiO_2	= 58.20	31.021	
MgO	= 24.14	9.649	13.932
CaO	= 12.20	3.485	
Na_2O	= 1.90	0.490	
MnO	= 1.37	0.308	
$(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$	= 1.40		
	99.21		

Demnach ist das Verhältniss

$$RO : SiO_2 = 1 : 1.23$$

oder

$$(Mg, Ca) Si_2O_6$$

Vergleichen wir mit obiger Zusammensetzung die des Tremolites von Gouverneur N. Y., nach Hrn. Rammelsberg's Analyse (Pogg. Ann. CIII. 299.)

SiO_2	= 57.40
MgO	= 24.69
CaO	= 13.89
$(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$	= 1.74
$H_2O + F$	= 0.40
	98.12

So ergibt sich, dass in dem vorliegenden Minerale ein kleiner Theil Calcium und Magnesium durch Natrium und Mangan vertreten sind, dass mithin nicht der geringste Grund vorhanden ist, dasselbe anders denn als eine manganhaltige Abart des Tremolites zu betrachten. Dem Mangan verdankt das Mineral seine schöne und charakteristische Farbe.

VII. Beobachtungen am salpetersauren Baryum, sowie am unterschwefelsauren Calcium und Strontium.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

Mit 3 Holzschnitten.

---

1. Die Krystallform des salpetersauren Baryums.

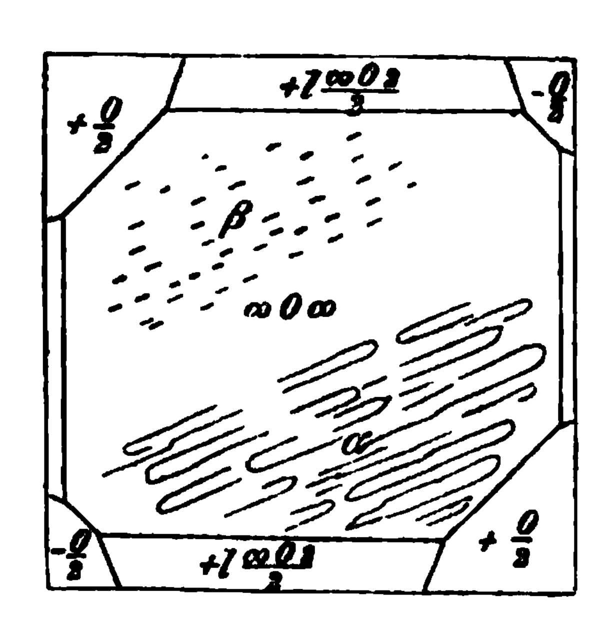
Das salpetersaure Baryum wird insgemein mit dem salpetersauren Strontium und Blei als regulär mit pyritoëdrischer Hemiëdrie betrachtet. Gewöhnlich treten an demselben auf das Oktaëder, der Würfel und das Pyritoëder $\frac{\infty O 2}{2}$, das letztere meist untergeordnet. Indess beobachtete Scacchi schon 1860 *), dass am salpetersauren Baryum neben dem Pyritoëder auch Tetraëder sich bilden können, woraus allein schon hervorgehen würde, dass dasselbe, wie wohl auch die beiden anderen Salze, nicht hemiëdrisch, sondern (wie das chlorsaure Natrium) tetartoëdrisch krystallisire. Jedoch werden, wie bemerkt, selbst in den neuesten krystallographischen Werken die Nitrate des Baryums, Strontiums und Bleis als pyritoëdrisch hemiëdrisch bezeichnet. Zum Zwecke einer nochmaligen Prüfung dieser Frage stellte ich mir deshalb durch Verdunstenlassen einer gesättigten Lösung bei Sommertemperatur eine grössere Zahl von Krystallen des salpetersauren Baryums dar. Zuerst erhielt ich meist solche mit vorherrschenden Würfel- und mehr untergeordneten Oktaëderflächen, bei einer späteren Darstellung bildeten sich mehr Krystalle, bei welchen das Umgekehrte der Fall war. Die Krystalle von hexaëdrischem Habitus waren im allgemeinen am gleichmässigsten ausgebildet und eigneten sich deshalb am besten zum eingehenderen Studium.

---

*) Pogg. Ann. 109, 366.

Als ich mein Augenmerk auf die Art der Ausbildung der Oktaëderflächen an den letztgenannten Krystallen richtete, fand ich bald, dass das Oktaëder sich fast stets deutlich in ein mehr vorherrschendes und ein mehr zurücktretendes Tetraëder spaltet. Gilt dies auch nicht ausnahmslos für jede einzelne Oktaëderfläche, so lässt sich doch unmöglich verkennen, dass die gesammte Flächenausdehnung einer tetraëdrischen Hälfte diejenige der anderen übertrifft. Hat man dies einmal bemerkt, so kann man fast auf den ersten Blick die beiden Tetraëder von einander unterscheiden. Nach Scacchi soll das untergeordnete Tetraëder sich durch rauhe Flächen vor dem anderen vorherrschenden auszeichnen, was ich indess nicht beobachtet habe. Im Folgenden sei das vorherrschende Tetraëder mit $+\frac{O}{2}$, das untergeordnete mit $-\frac{O}{2}$ bezeichnet.

Was die Würfelflächen angeht. so bemerkte ich bei ganz genauer Betrachtung auf denselben fast stets streifenähnliche jedoch ziemlich breite, ungefähr parallel neben einander verlaufende Erhöhungen; in gleicher Richtung treten meist an einzelnen Stellen der Flächen feine parallele Spältchen auf. Diese Gebilde gehen weder parallel einer Würfelkante noch auch einer Combinationskante $O / \infty O \infty$, sondern haben eine zwischen diesen beiden Kanten orientirte Lage. Aus nebenst. Fig., wo die streifenähnlichen Erhöhungen auf der unteren Hälfte (bei α) gezeichnet sind, ist dies ersichtlich. Die genannten Streifen resp. Spältchen liegen mehr in der Richtung der Combinationskante $+\frac{O}{2}/\infty O \infty$, als in derjenigen der Kante $-\frac{O}{2}/\infty O \infty$. Auf je zwei parallelen Würfelflächen kreuzen sie sich demnach. Hält man einen Krystall so, dass eine Fläche $+\frac{O}{2}$ dem Beschauer zugekehrt ist und die Kante $+\frac{O}{2}/\infty O \infty$ an ihm quer vorbeigeht, so verlaufen die Streifen stets von hinten links nach vorn rechts. Auch dies wird aus der Fig. klar. Es liegt auf der Hand, dass eine solche Lage weder durch die pyritoëdrische noch durch die tetraëdrische Formentwicklung erklärt werden kann, sondern dass sie lediglich auf tetartoëdrische Ausbildung zurückzuführen ist. Letztere ist also eigentlich schon durch eines der beiden erwähnten Merkmale, die Ausbildung der Oktaëderflächen sowie die Lage der Streifen auf den Würfelflächen, erwiesen.



Hinzu tritt nun noch als nicht minder beweisend die Beschaffenheit der auf den Würfelflächen zu beobachtenden Aetzeindrücke. Dieselben erscheinen oft schon gleich nach dem Herausnehmen der Krystalle aus der Mutterlauge und Abtrocknen mit weichem Fliesspapier, sonst kann man sie durch

vorsichtiges Anätzen mit Wasser hervorrufen. Meist sind sie mikroskopisch klein und kurzlinienförmig (s. Fig. bei β), so dass die Richtung ihrer grössten Ausdehnung, welche mit der Lage der oben beschriebenen Streifen zusammenfällt, ziemlich leicht bestimmt werden kann. Nur selten treten die Vertiefungen deutlicher ausgebildet auf und lassen dann wenigstens erkennen, dass sie von vier Flächen begrenzt sind. Nach ihrer Gestaltung und Lage sind sie, wie mir scheint, auf einen Viertelflächner eines Hexakisoktaëders zurückzuführen. Für die von uns gewählte Stellung würden dann die Eindrücke einem linken positiven tetraëdrischen Pentagondodekaëder entsprechen. Sehr merkwürdig ist das Auftreten des Pyritoëders $\frac{\infty O 2}{2}$ im Verhältniss zu den Tetraëderflächen. Scacchi sagt hierüber: »das Tetraëder $+\frac{O}{2}$ und das Pyritoëder zeigen in ihrer Lage ein constantes Verhältniss. Ist nämlich eine Würfelfläche gerade auf den Beschauer zugekehrt und eine Tetraëderfläche $+\frac{O}{2}$ rechts, eine links, so liegt von den Pyritoëderflächen die eine links oben und die andere rechts unten«. Ich habe dies an meinen Krystallen vollkommen bestätigt gefunden, sämmtliche waren einer Art. Das Pyritoëder ist seiner Stellung nach stets als linkes positives zu bezeichnen: das rechte positive, welches ebenfalls auftreten könnte, wodurch dann zweierlei enantiomorphe Krystalle wie beim chlorsauren Natrium entstünden, habe ich niemals beobachtet. Scacchi beschreibt auch schon regelmässige Verwachsungen zweier Krystalle: »wie sich die Krystalle des salpetersauren Baryums gewöhnlich mit einer Oktaëderfläche an die Gefässwandung oder die Oberfläche der Lösung anlegen, so thun sie es auch mit den Flächen der beiden Tetraëder n $(+\frac{O}{2})$ und n' $(-\frac{O}{2})$, und bei Zwillingen bildet sowohl n als n' die Zwillingsebene«. Doch passt auf diese Verwachsungen der Name »Zwilling« nicht, weil das eine Individuum nicht als Spiegelbild des anderen aufgefasst werden kann. Es verwachsen zwei Individuen gleicher Art mit einander. Sehr schön beobachtete ich dies an einem derartigen Doppelkrystall, wo die beiden Individuen mit je einer Fläche von $-\frac{O}{2}$ verwachsen und zwei Flächen von $+\frac{O}{2}$ parallel waren. Dabei ist das eine Individuum gegen das andere um eine Kante $\infty O \infty / +\frac{O}{2}$ um einen Winkel von 70° 32′ (den Winkel zweier in einer Ecke zusammenstossender Oktaëderflächen) gedreht. Das salpetersaure Baryum vermehrt die bisher noch so kleine Zahl der bekannten tetartoëdrisch regulären Substanzen. Zu ihnen gehört auch noch das chlorsaure Natrium $NaClO_3$. Es liegt nun nahe, das Baryumnitrat als mit dem Natriumchlorat isomorph zu betrachten. Die Formeln $NaClO_3$ und $Ba(NO_3)_2 = Ba_{1/2}NO_3$ zeigen offenbar eine gewisse Analogie. Freilich ist in den Molekülen beider Substanzen

die Atomsumme nicht gleich, indess wird das einwerthige Natriumatom gleichsam durch ein halbes Atom des zweiwerthigen Baryums vertreten. Man könnte natürlich auch durch folgende Schreibweise die Aehnlichkeit der chemischen Constitution hervorheben: $Na_2(ClO_3)_2$ und $Ba(NO_3)_2$. Mir scheint der Schluss gerechtfertigt, dass die Gruppen ClO_3 und NO_3 isomorph sein können, in ähnlicher Weise, wie dies für die Gruppen NO_3 und CO_3 gilt.

Bekanntlich wird angenommen, dass Substanzen, welche in einer enantiomorphen Hemiëdrie oder Tetartoëdrie krystallisiren, die Polarisationsebene des Lichtes drehen, wenn sie überhaupt der Circularpolarisation fähig sind, d. h. wenn sie zu den isotropen oder den einaxigen gehören. Nun wäre es immerhin möglich, dass sehr dicke Krystalle unseres Salzes bei erneuter Prüfung eine wenn auch nur schwache Circularpolarisation erkennen liessen. Andernfalls kann jener Satz in seiner Allgemeinheit nicht aufrecht erhalten werden, wenngleich derselbe für eine Reihe von Substanzen zutrifft.

Man darf wohl mit Recht auch das salpetersaure Strontium und Blei nach Analogie mit dem salpetersauren Baryum als tetartoëdrisch betrachten. Freilich berichtet Scacchi, dass diese beiden Körper nur schwer hemiëdrische Formen zeigen. Er beobachtete als solche an beiden nur pyritoëdrische Flächen, jedoch keine tetraëdrische Ausbildung des Oktaëders.

2. Die Aetzfiguren des unterschwefelsauren Calciums und Strontiums.

Wenn die Aetzfiguren, wie ja nun schon so viele Beispiele lehren, stets den Symmetrieverhältnissen der betreffenden Krystalle entsprechen, so müssen sie auch ein Mittel an die Hand geben, enantiomorphe Hemiëdrien oder Tetartoëdrien zu erkennen, sowie rechte und linke Individuen von einander zu unterscheiden. Dies wird namentlich dann von praktischer Bedeutung sein, wenn man nur solche Flächen prüfen kann, die durch die herrschende Hemiëdrie resp. Tetartoëdrie nicht verändert werden, also scheinbar holoëdrisch resp. hemiëdrisch sind.*) So liefern die angeschliffene Basis**), das Protoprisma und die Rhomboëderflächen***) des Quarzes sowie die negativen Tetraëderflächen des chlorsauren Natriums†) Ver-

*) Es könnte freilich der Fall sein, dass die Aetzfiguren auf sämmtlichen untersuchten Flächen selbst wieder von solchen Flächen begrenzt würden, welche trotz der Hemiëdrie resp. Tetartoëdrie als holoëdrische resp. hemiëdrische erscheinen. Dann würden dieselben weder etwas beweisen, noch widerlegen können.

**) Leydolt, Sitzungsber. Wien. Akad. 1855. XV. 59.

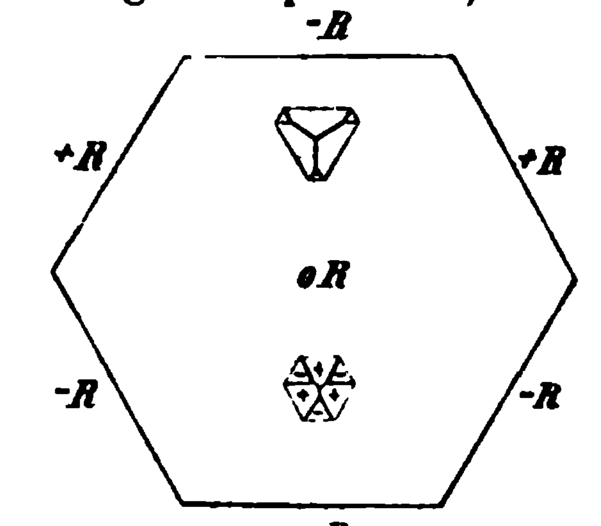
***) Baumhauer, Die betreffende Untersuchung wird demnächst in Poggendorff's Annalen erscheinen.

†) B., Jahrb. f. Min. 1876, 606.

tiefungen, welche einerseits unwiderleglich die tetartoëdrische Natur der genannten Körper beweisen würden, selbst wenn andere als die erwähnten Flächen an ihnen nicht beobachtet wären, anderseits ein bequemes und sicheres Mittel an die Hand geben, rechte und linke Krystalle von einander zu unterscheiden.

Da nun die bisher als enantiomorph erkannten Körper, wie Quarz, chlorsaures Natrium, überjodsaures Natrium u. s. w. zugleich die Erscheinung der Circularpolarisation*) zeigen, so wurde das Gesetz aufgestellt, dass die Circularpolarisation stets an Enantiomorphie geknüpft sei, dass also solche Körper, welche die Polarisationsebene des Lichtes drehen, einer enantiomorphen Hemiëdrie oder Tetartoëdrie unterworfen seien, selbst wenn enantiomorphe Formen an ihnen bisher noch nicht beobachtet wurden. Es soll also nicht nur die Enantiomorphie die Circularpolarisation, sondern auch umgekehrt diese jene bedingen. In Folge dessen rechnet z. B. Groth**) die hexagonalen unterschwefelsauren Salze des Calciums und Strontiums zu den trapezoëdrisch tetartoëdrischen Körpern, obschon sie nur Formen zeigen, denen zufolge sie als rhomboëdrisch hemiëdrisch zu betrachten wären. Die günstigen Resultate beim Quarz und chlorsauren Natrium luden zur Untersuchung der Aetzfiguren auch dieser Körper ein, um die Frage: ob enantiomorph oder nicht? zu entscheiden.

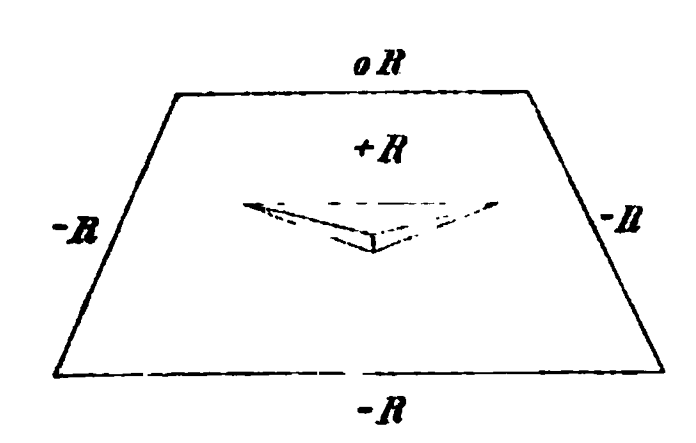
1. Unterschwefelsaures Calcium: An diesem Salze untersuchte ich die Basis, sowie die beiden Rhomboëder $+R$ und $-R$, welche hinsichtlich der Ausdehnung ihrer Flächen wenig von einander abweichen. Nach leichtem Aetzen mit Wasser beobachtet man u. d. M. auf der Basis scharf begrenzte drei- und gleichseitige Vertiefungen, deren Kanten mehr oder weniger durch drei andere Flächen schief abgestumpft sind, wie es beist. Fig. zeigt. Die drei grösseren Flächen der Eindrücke gehören einem positiven Rhomboëder $+mR$, die drei kleineren dem zugehörigen negativen Rhomboëder $-mR$ an. Bei längerem Aetzen nähern sich die letzteren ihrer Grösse nach mehr und mehr den ersteren, bis schliesslich regulär-sechsseitige, eine vollständige hexagonale Pyramide darstellende Vertiefungen resultiren. Doch ist nur in verhältnissmässig seltenen Fällen auch bei weitergehender Einwirkung des Lösungsmittels der Unterschied zwischen beiden Rhomboëdern gänzlich verwischt. Bei einfachen Krystallen liegen die Vertiefungen auf den beiden Basisflächen gegen einander umgekehrt, wie es der rhomboëdrischen Symmetrie entspricht. Manchmal findet man



*) Dass das salpetersaure Baryum nach dem augenblicklichen Stande unserer Kenntnisse eine Ausnahme hiervon bilde, wurde oben gezeigt.

**) Physikal. Krystallographie, S. 303.

indess, dass die Eindrücke auf beiden Flächen dieselbe Lage haben, was durch die Zwillingsnatur der betreffenden Krystalle (Zwillingsebene die Basis) zu erklären ist. Die Aetzfiguren lassen somit mit Leichtigkeit beiderlei Krystalle erkennen. Die Vertiefungen auf den Flächen + *R* und — *R* konnte ich nicht mit Sicherheit von einander unterscheiden, ihre Ausbildung ist eine ganz analoge. Sie sind im einfachsten Falle dreiseitig (s. beist. Fig.) An Deutlichkeit und scharfer Begrenzung stehen sie den Eindrücken auf *oR* nach, doch lässt sich ihre rhomboëdrische Symmetrie sofort erkennen. In der Richtung der Kanten ± *R*/*oR* am meisten ausgedehnt, sind sie nämlich nach rechts und links, nicht aber nach oben und unten symmetrisch. Dadurch gleichen sie einerseit den Aetzfiguren des Kalkspathhauptrhomboëders, andrer seits unterscheiden sie sich wesentlich von den Eindrücken auf + *R* und — *R* des Quarzes, welche durch ihre unsymmetrische Gestaltung ihre trapezoëdrische Natur dokumentiren. An den dreiseitigen Vertiefungen des unterschwefelsauren Calciums treten vollflächige Skalenoëder (vielleicht auf + *R* und — *R* dasselbe, nur mit entgegengesetztem Vorzeichen) auf, was der trapezoëdrischen Tetartoëdrie widerspricht. Die dritte an diesen Eindrücken auftretende Fläche ist als diejenige eines spitzeren Rhomboëders oder des Protoprismas aufzufassen. Manchmal beobachtet man an den Eindrücken auch noch andere Flächen, welche indess stets rhomboëdrische Symmetrie zeigen.



2. Unterschwefelsaures Strontium. Bei diesem Salze tritt der rhomboëdrische Habitus makroskopisch noch weniger deutlich hervor, als bei dem vorigen; die beiden Rhomboëder +*R* und —*R* halten einander ungefähr das Gleichgewicht. Dem entsprechend sind auch die sechsseitigen Aetzeindrücke auf *oR* hier weniger entschieden rhomboëdrisch ausgebildet, als dies beim Calciumsalze der Fall ist. Die Flächen der beiden Rhomboëder an den Vertiefungen sind oft fast oder ganz gleich gross, so dass regelmässige Formen, einer holoëdrischen Protopyramide gleichend, entstehen. Die Vertiefungen auf + *R* und — *R* sind ganz ähnlich denjenigen auf den gleichnamigen Flächen des unterschwefelsauren Calciums. Sie sind ebenfalls nach rechts und links symmetrisch und lassen auf + *R* und — *R* mit Sicherheit einen Unterschied nicht erkennen.

Die Beobachtungen an den unterschwefelsauren Salzen des Calciums und Strontiums sprechen also nicht für, sondern gegen die Existenz der trapezoëdrischen Tetartoëdrie bei denselben. Wenigstens wird man zu diesem Schlusse gelangen müssen, wenn man die Beschaffenheit der Aetzeindrücke des Kalkspaths oder anderer rhomboëdrischer Körper und derjenigen des Quarzes mit in Betracht zieht. Will man jedoch die Aetzfiguren

in dieser Hinsicht nicht für streng beweisend halten, so wird dennoch, wie ich glaube, die Frage nach der krystallographischen Natur der genannten Salze noch als eine offene anzusehen sein, denn die Circularpolarisation kann dann allein ebenso wenig als massgebend gelten. Beide Eigenschaften, das optische Verhalten wie das Verhalten gegen Lösungsmittel haben ihre Ursache im innern Bau der Krystalle, beide sind mindestens gleichberechtigt bei der Entscheidung darauf bezüglicher Fragen.

Was schliesslich noch das unterschwefelsaure Blei, welches mit dem Calcium- resp. Strontiumsalz fast gleiches Axenverhältniss besitzt und zuweilen trigonale Pyramiden beider Stellungen zeigt, betrifft, so habe ich an demselben bisher keine einigermassen scharfbegrenzte Aetzeindrücke erhalten können.

VIII. Ueber den Schorlomit vom Kaiserstuhl.

Von

A. Knop in Karlsruhe.

Im Jahrb. f. Min. 1876. Hft. 7. p. 756. ff. habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass die bisher üblichen Methoden der Titansäurebestimmung gewöhnlich zu unrichtigen Resultaten führen und dass diese Säure in manchen Silicaten und Silicatgesteinen sogar in den meisten Fällen vollständig übersehen worden ist. Fortgesetzte Untersuchungen über die Zusammensetzung von Mineralien und Gesteinen vom vulkanischen Kaiserstuhl i. Br., so wie die ähnlichen Vorkommnisse von andern Fundorten, bestätigen das.

Bevor ich auf die Constitution des Schorlomits, welcher in den Phonolithen von Oberschaffhausen und vom Horberig bei Oberbergen vorkommen soll, eingehe, will ich einige Bemerkungen vorausschicken bezüglich einiger Abänderungen der Titansäurebestimmung, wie ich sie l. c. gegeben habe.

Der aus Eisenoxyd, Thonerde und Titansäure bestehende Niederschlag, welchen man in dem Filtrat von der Kieselsäure bei Silicatanalysen mit kaust. Ammoniak erhält, wird filtrirt, ausgewaschen, geglüht und gewogen.

Schliesst man alsdann dieses geglühte Gemenge jener Körper mit zweifach schwefelsaurem Kali auf, löst die Schmelze, setzt Weinsäure hinzu und macht die Lösung mit Ammoniak alkalisch, so lässt sich das Eisen vollständig mit Schwefelammonium abscheiden. Das Thonerde und Titansäure enthaltende Filtrat zur Trockne gedampft, der Rückstand geglüht und weiss gebrannt, wird mit conc. Schwefelsäure versetzt, um das zurückbleibende einfach schwefelsaure Kali in zweifach saures überzuführen. Man braucht dabei nicht ängstlich zu sein, wenn der Rückstand von der Verkohlung der Weinsäure noch nicht vollkommen weiss ist, da bei der Behandlung mit Schwefelsäure die letzten Spuren von Kohle rasch wegoxydirt werden. Die Schmelze von zweifach schwefelsaurem Kali, wiederum gelöst, wird mit

überschüssiger Natronlauge behandelt, welche Thonerde vollständig löst und titansaures Natron hinterlässt.

Dieses titansaure Natron abfiltrirt, geglüht und mit zweifach schwefels. Kali nochmals geschmolzen, lässt beim Kochen der wässrigen Lösung alle Titansäure rein fallen. Diese Methode ist weniger umständlich und leichter auszuführen als die früher angegebene.

Der eigentliche Schorlomit, welcher von Shepard in den Ozarkbergen, Magnet Cove, Arkansas aufgefunden worden, kommt hier mit Melanit und Arkansit im Elaeolith eingewachsen vor. Er soll, also wie Melanit, in den Formen $\infty O . 2 O 2$ krystallisiren, während er gewöhnlich in derben Massen, von lebhaftem demantartigem Glasglanz auf den muschligen Bruchflächen, erscheint, an denen von Krystallisation nichts zu bemerken ist. Nur in sehr dünnen Lamellen wird er braun durchscheinend und verhält sich im polarisirten Lichte wie ein isotropes Medium. Die Geschichte des Schorlomits lehrt, dass auch er anfangs unrichtig analysirt wurde, und erst durch mehrfach wiederholte Untersuchungen von Rammelsberg, Whitney und Crossley ist eine gute Uebereinstimmung in den analytischen Resultaten erzielt worden. Um alle Zweifel zu lösen, habe ich eine Probe des amerikanischen Schorlomits nochmals analysirt und zwar mit der neuen Methode der Titansäurebestimmung, die indessen zu denselben Resultaten führte, welche jene Analytiker erhielten. A. nach Rammelsberg. B. nach Knop.

	SiO_2	TiO_2	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	*Summa.*
A.	26,09	21,34	20,11	1,57	29,38	1,36	99,85
B.	26,10	20,52	21,95		29,35	1,17	99,39

Veranlasst durch H. Fischer analysirte A. Claus 1864 *) ein Mineral vom Kaiserstuhl, welches scheinbar eine ähnliche Zusammensetzung bei äusserlicher Aehnlichkeit der physikalischen Eigenschaften mit Schorlomit besass. Seit jener Zeit (1864) galt das Vorkommen des Schorlomits am Kaiserstuhl als eine ausgemachte Sache. Nach Rosenbusch **) »findet er sich stellenweise mit grosser Regelmässigkeit, stellenweise vereinzelt, in grösseren und kleineren Partien im Phonolith von Oberschaffhausen eingesprengt, wo er von Fischer entdeckt wurde. Die grösseren Brocken sind fast ausnahmslos von zahlreichen Apatitnadeln durchspickt und oft zeigt sich unter dem Mikroskope eine seitliche Verwachsung mit Melanit, dessen Umrisse und Schichtinstructur ihn leicht vom Schorlomit unterscheiden lassen, mit dem man ihn wohl sonst verwechseln könnte. Die angegebenen paragenetischen Verhältnisse stimmen ausschliesslich des Muttergesteins (doch

*) Ann. Chem. Pharm. CXXIX. 213.

**) Mikrosk. Physiogr. p. 165.

ist dieser Phonolith nephelinreich) vollkommen mit denen in Arkansas. Seltener findet man ihn zusammen mit schlackigem Titaneisen in einem nosean- und melanitreichen Nephelin-Leucitgestein, welches am Horberig bei Oberbergen am Kaiserstuhl gangartig im körnigen Kalk auftritt«. — Diese von Rosenbusch zutreffend dargestellten Vorkommnisse sind nicht als integrirende Gemengtheile, sondern als accessorische Bestandmassen in den phonolithischen Gesteinen aufzufassen. Sie sind bis über faustgrosse Einschlüsse fremdartiger, wohl aus bedeutenden Tiefen bei den Eruptionen mit heraufgerissener Gesteinsbildungen, deren Bestandtheile sich durch grosses Korn auszeichnen. Die Art ihres Auftretens ist zu vergleichen dem der Olivinknollen in basaltischen Gesteinen. Die mineralische Zusammensetzung der Einschlüsse an beiden genannten Fundorten zeigt manche Verschiedenheiten, die im Folgenden beschrieben werden mögen.

a) Einschlüsse im Phonolith von Oberschaffhausen. Sie bestehen meistens aus einem gedrängten Aggregat von bis flintenkugelgrossen Melanitkrystallen, dessen Zwischenräume spärlich mit einem weissen, durchscheinenden Minerale ausgefüllt sind, welches ich für Nephelin halte. Apatit durchspickt beide in klaren deutlichen hexagonalen Prismen; aber neben dem braunschwarzen pechglänzenden Melanit kommt ziemlich versteckt ein nicht reguläres, pyroxenartiges Mineral vor, von grünlich-schwarzer Farbe, undeutlicher Spaltbarkeit und muschligem Bruch, dessen Glanz dem des Melanits nahe kommt. Ein Feinschliff lehrt, dass der Melanit schon in ziemlich dicken Lamellen braun durchscheinend wird, leicht an der festungsartigen Structur erkannt werden kann und im polarisirten Lichte isotrop erscheint. Der pyroxenartige Körper wird in Lamellen bräunlich-grün durchscheinend, zeigt keine Festungsstructur und wirkt energisch auf polarisirtes Licht.

Behandelt man ein Handstück dieser Einschlüsse mit einem Gemenge gleicher Theile Wasser und englischer Schwefelsäure, so gelingt es leicht beide Körper von einander zu unterscheiden und mechanisch annähernd zu trennen. Der Melanit wird nämlich von Säuren stark angegriffen, als feines Pulver sogar vollständig zersetzt, während der pyroxenartige Körper der Einwirkung der Säure sehr trotzt. Giesst man nach einiger Zeit die Schwefelsäure von dem Gestein ab, wäscht mit Wasser ab und übergiesst mit kohlensaurem Natron, um abgeschiedene Kieselsäure durch Kochen zu entfernen, so beschlägt der matt gewordene Melanit durch kohlensauren Kalk weiss, während der Pyroxen glänzend grünlich-schwarz bleibt. Auf diese Weise lässt sich einigermassen zuverlässiges Material für die Analyse gewinnen, denn durch verdünnte Salzsäure verschwindet der weisse Beschlag rasch unter Aufbrausen.

Der Nephelin gelatinirt durch Einwirkung der Schwefelsäure stark; es gelang mir nur einmal durch Entfernung desselben auf diese Weise die

Ecke eines Melanitkrystalls bloszulegen und zwar eine hexaëdrische, von glänzenden Flächen ∞ $O . 2O2$ gebildet.

b) Einschlüsse im Sanidin-Hauynphonolith vom Horberig bei Oberbergen. In mancher Beziehung abweichend von den analogen Vorkommnissen bei Oberschaffhausen, ist die mineralische Zusammensetzung der hier auftretenden Einschlüsse. Die Grundmasse derselben ist ein noch sehr problematisches Mineral, der Ittnerit, welcher theils für sich und ziemlich rein in grösseren, individualisirten Partien vom Muttergestein umschlossen ist, theils Gemengtheile zerstreut in sich aufnimmt, welche in manchen Stücken sich so dicht zusammendrängen, dass der Ittnerit dem Auge fast ganz verschwindet. Da der Ittnerit durch Säuren leicht zersetzt wird, ohne indessen so stark zu gelatiniren wie Nephelin, so lassen sich die hinzugetretenen Gemengtheile gut isoliren. Diese sind:

1. Ein nur spärlich eingesprengtes Mineral von Glasglanz und mit hell kolophoniumbrauner Farbe durchsichtig. Ich konnte nicht hinreichende Quantitäten davon zur Analyse zusammenbringen, nur constatiren, dass es kein Koppit war, mit welchem es Aehnlichkeit hat, vielleicht ein hellbrauner Granat.

2. Dasselbe pyroxenartige Mineral, welches in den Einschlüssen von Oberschaffhausen auftritt, stellenweise in langgestreckten prismatischen Partien von bis 8 ctm. Länge und $1^1/_2$ ctm. Breite. Es herrscht unter den Gemengtheilen des Ittnerits vor.

3. Melanit von derselben Beschaffenheit, wie der von Oberschaffhausen, aber an Quantität gegen das pyroxenische Mineral zurücktretend.

4. Titanhaltiges Magneteisen, von lebhaftem Demantglanz, öfters in grossen individualisirten Massen, oder Aggregaten derselben, welche

5. von strahligen Gruppen grosser gelblicher Apatitkrystalle durchspickt sind.

Ueberblickt man die vorliegenden Mineralgruppirungen in den Gesteins-Einschlüssen beider Fundorte, so wird man den Schorlomit vermissen. Ich habe mir viel Mühe gegeben ihn zu finden; es ist mir aber nicht gelungen. Zwar kommen im Phonolith von Oberschaffhausen noch manche andere Einschlüsse vor, z. B. von individualisirten Hornblendmassen; diese lassen indessen keine Verwechslung mit Schorlomit befürchten. Es liegen in den Einschlüssen drei Mineralspecies vor, welche eine Verwechslung mit Schorlomit als möglich oder wahrscheinlich er-

scheinen lassen. Diese sind: Melanit, das pyroxenische Mineral und da: titanhaltige Magneteisen. Dem äusseren Aussehen nach kommen manch Varietäten des letzteren, des Magneteisens, dem des Schorlomits von Nord amerika am nächsten, doch ist jener leicht durch seinen Magnetismus vo diesem zu unterscheiden. Der Verdacht, für Schorlomit gehalten worden z sein, bleibt demnach am Melanit und dem Pyroxen haften. Ob eines vo beiden Schorlomit sei oder keines von beiden], darüber kann nur die An lyse entscheiden.

Ich darf hier nicht unerwähnt lassen, dass der Ideengang in der vo liegenden Darstellung ein anderer ist, als derjenige, welcher mich währe der Forschung beherrschte. Es war ein durchaus fehlerhaftes analytisch Resultat, welches ich bei einer Voruntersuchung des Melanits erhielt, u welches mich zwang, das Verhalten der Titansäure bei Silicatanalysen näl zu studiren, und dieses fehlerhafte Resultat stimmte in mir unerklärba Weise sehr nahe überein mit der Analyse von Claus. Ich musste m durch mehrfach wiederholte Analysen davon überzeugen, dass nach (bis dahin üblichen Methoden der Titansäuregehalt in den fraglichen S caten nicht einmal annähernd genau zu bestimmen sei und vielfache wege gehen, bis ich zu der eingangs dargelegten Methode gelangte, wel constante und zuverlässige Resultate gibt.

Melanit ist ein in den Eruptiv-Gesteinen des Kaiserstuhls sehr verb tetes Mineral. In kleinen Krystallen ist er ein Gemengtheil des Mela Hauynphonolith, welcher u. a. einen Gang im Horberig bei Oberbe bildet. Das Gestein wird durch Schwefelsäure stark zersetzt und aus unzersetzten Rückstande lassen sich die Stecknadelkopf-grossen Mel krystalle mit grosser Sicherheit herauslesen. Viele durch Handel verl tete und in den Mineraliencabineten aufgestellte Handstücke von Geste des Kaiserstuhls mit grösseren Melanitkrystallen sind unecht, denn Melanitkrystalle stammen von Frascati im Albanergebirge bei Rom und künstlich in jene Gesteine vom Kaiserstuhl eingesetzt worden.

Da die Kaiserstuhler Melanite allesammt einen grossen Gehalt an T säure führen, so habe ich gleichzeitig auch Krystalle desselben Mineral Frascati analysirt und darin einen beträchtlichen, bis dahin übersel Titansäure-Gehalt nachgewiesen.

Die Analysen ergaben:

A. Melanit aus Einschlüssen von Oberschaffhausen.

B. Melanit aus Einschlüssen vom Horberig bei Oberbergen.

C. Kleine Melanitkrystalle aus Melanit-Hauynphonolith von Oberb

D. Melanitkrystalle von Frascati.

	A	B	C	D
SiO_2	36,59	36,33	35,82	35,09
TiO_2	7,10	7,05	4,95	3,02
Al_2O_3	5,42	5,43	5,41	8,80
Fe_2O_3	19,65	17,08	(20,14) *) 22,97	19,27
FeO	2,26	2,84	(2,55)	1,80
MgO	1,61	2,70	1,71	0,47
CaO	26,93	27,47	29,50	32,61
MnO	0,27	0,25	—	—
	99,83	99,30	100,36	100,06

Berechnet man aus den analysirten Daten die Sauerstoffmengen, so erhält man für

	A	B	C	D
SiO_2	19,50	19,36	19,09	18,70
TiO_2	2,76	2,74	1,92	1,17
Al_2O_3	2,53	2,53	2,52	4,10
Fe_2O_3	5,90	5,12	(6,04)	5,78
FeO	0,50	0,63	(0,57)	0,40
MgO	0,64	1,08	0,68	0,19
CaO	7,30	7,85	8,44	9,33
MnO	0,06	0,05	—	—

oder das Sauerstoffverhältniss von

		RO	R_2O_3	RO_2
für	A =	8,50 :	8,43 :	22,26
»	B =	9,61 :	7,65 :	22,10
»	C =	9,69 :	8,56 :	21,01
»	D =	9,92 :	9,88 :	19,87

Da die Granatformel $R_3R_2Si_3O_{12}$ jenes Sauerstoffverhältniss = 1 : 1 : 2 verlangt, so erkennt man leicht, dass diese Bedingung für D, den Melanit von Frascati, sehr genau erfüllt ist; die anderen aber sich demselben mehr oder minder nähern, am meisten unter diesen C, aus dem Melanit-Hauyn-Phonolith. A und B lassen einen etwas höheren Säuregehalt hervortreten, was vermuthen lässt, dass die Melanitsubstanz nicht völlig rein von beigemengter Pyroxensubstanz war.

---

*) Da sehr fein gepulverter Melanit durch Säuren zersetzbar ist, so wurde der Eisenoxydulgehalt nach Aufschluss mittels Schwefelsäure unter einem Kohlensäurestrom durch Titriren mit Chamäleon bestimmt. Nur in C war es wegen mangelnder Substanz nicht möglich. Die in Klammern stehenden Zahlen bedeuten den muthmasslichen Gehalt an Eisenoxyd und Oxydul.

Dieser Pyroxen enthält nämlich:

SiO_2	—	42,10	Sauerstoff	22,44
TiO_2	—	3,55	»	1,38
Al_2O_3	—	4,34	»	2,02
FeO	—	9,97	»	2,21
MgO	—	15,43	»	6,17
CaO	—	24,24	»	6,93
		99,63		

und lässt sich mit Pyroxen reimen, wenn man nahezu die Hälfte de Eisengehalts als Oxyd darin voraussetzt.

Die Analyse des titanhaltigen Magneteisen in den Einschlüssen vor Horberig ergab:

Fe_2O_3	—	88,41	=	Fe_3O_4	—	69,84
TiO_2	—	4,08		$Fe\left\{\begin{matrix}Fe\\Ti\end{matrix}\right\}O_4$	—	11,42
Al_2O_3	—	6,85				
MgO	—	4,57		$MgAl_2O_4$	—	9,54
MnO	—	Spur		$MgFe_2O_4$	—	9,40
		103,91				100,20

Nach diesen Untersuchungen darf ich wohl folgende Schlüsse ziehen

1. Die früheren Analysen titansäurehaltiger Silicate im Allgemeine speciell des Melanits in den Gesteinen des Kaiserstuhls und von Frasca konnten nicht immer zu richtigen Resultaten führen, weil die frühere Methoden der Titansäurebestimmung nicht für alle Verbindungen dies Säure richtig waren.

2. Diejenigen Mineralien vom Kaiserstuhl, welche man für Schorlon gehalten hat, sind entweder Melanit oder Pyroxen. Schorlomit ist de Kaiserstuhl fremd.

3. Da der amerikanische, echte Schorlomit mit Melanit verwachs vorkommt, beide Mineralien nach ihrem äusseren Aussehen mit einan verwechselt werden können, für beide auch dieselbe Krystallform, näml $\infty O . 2O2$ angegeben wird, so wäre eine genaue Controle der betreffend Handstücke erwünscht, damit entschieden werde, ob nicht diese Kryst form nur dem Melanit allein zukäme, während Schorlomit amorph s könnte.

IX. Correspondenzen, Notizen und Auszüge*).

Die Krystallographische Gesellschaft zu London (Corresp. d. Sekr., Hrn. W. E. Lewis).

Sitzung vom 14. Juni 1876.

Die Eröffnungssitzung der Gesellschaft wurde in London am 14. Juni gehalten, und präsidirte derselben, auf Vorschlag des Herrn Des Cloizeaux, Herr W. H. Miller aus Cambridge.

Das erste Geschäft war die Constituirung, und wurde hierbei festgesetzt, folgende Zwecke zu befördern:

1. Das Studium und die Fortschritte der theoretischen Krystallographie;

2. Forschungen über den Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution und der Krystallform, sowie über Krystallogenesis;

3. Das Studium der physikalischen Krystallographie;

4. Die Veröffentlichung von Abhandlungen über die genannten Gegenstände, ebenso über mineralogische und petrographische, besonders solcher, welche ein krystallographisches Interesse haben.

Herr W. H. Miller wurde zum Präsidenten, Herr Story-Maskelyne zum Schatzmeister, Herr Lewis zum Sekretair gewählt.

Es wurde beschlossen, die Abhandlungen der Gesellschaft im Philosophical Magazine zu veröffentlichen, und dieselben, sobald es so viele sein würden, dass sie einen Band für sich bilden, in fortlaufender Paginirung für die Mitglieder besonders abdrucken zu lassen. Auszüge der Verhandlungen können an wissenschaftliche Journale, deren Red. dieselben zu publiciren wünschen, abgegeben werden.

---

*) Ausser einer Anzahl kürzerer Originalmittheilungen, wird diese Rubrik die Auszüge aller vom 1. Jan. 1877 ab anderswo erschienenen Arbeiten über Krystallographie und Mineralogie, stets von dem Referenten unterzeichnet, enthalten. Im vorliegenden und den folgenden Heften werden aussordem Referate über eine Auswahl solcher ausländischer Arbeiten des vergangenen Jahres 1876 gegeben werden, über welche in deutschen Journalen bisher Nichts oder Unvollständiges erschienen war.

d. Red.

Wissenschaftliche Mittheilungen:

1. **W. H. Miller** (in Cambridge): **Ueber ein neues Goniometer** (veröff. im Phil. Mag. 5. sér. II, S. 281). Das Instrument hat einen horizontalen Theilkreis von 200 mm Durchmesser, mit einer Ablesung auf 20″ durch 2 Nonien; auf demselben befindet sich, mit einem passenden Träger befestigt, der gewöhnliche Wollaston'sche Krystallhalter. Es wird das Licht einer hellen Flamme, oder besser mittelst eines Heliostaten das der Sonne, in horizontaler Richtung durch einen schmalen verticalen Spalt gesendet, welcher sich in einem, von dem Goniometer beträchtlich entfernten Schirm befindet; das Bild dieses Spaltes, reflectirt von der Krystallfläche, wird in Coincidenz gebracht mit demjenigen eines zweiten verticalen Spaltes, welcher in demselben Schirm nahe bei dem ersten angebracht ist und in einem senkrechten kleinen Spiegel gesehen wird, der in passender Höhe auf dem Träger des Goniometers befestigt ist. Da das letztere Bild weit heller erscheinen würde, als das vom Krystall reflectirte, so wird das Licht des zweiten Spaltes durch Vorkleben von dünnem Papier gedämpft. Diese Bilder können durch ein Fernrohr betrachtet werden, auch kann man da, wo nur eine geringe Distanz zur Verfügung steht, ein Spaltfernrohr hinzufügen.

Bei der beschriebenen Anordnung können die Lichtsignale fast im Rücken des Beobachters sich befinden, d. h. die Messung unter einem sehr kleinen Einfallswinkel, c. 15°, geschehen, was besonders bei gestreiften Flächen günstig ist, indem die von solchen reflectirten Bilder bei fast senkrechter Incidenz der Strahlen bekanntlich schärfer werden. Ausserdem hat das Instrument den Vortheil, dass eine zufällige Verschiebung des Goniometers auf dem Tische den Krystall und den Spiegel gleichmässig trifft, und dass beide Signale, wie leicht einzusehen, gleichen Abstand vom Krystall haben. Das Instrument lässt die Elimination aller Fehlerquellen zu, welche den in England gewöhnlich gebrauchten Goniometern anhaften.

2. **A. Des Cloizeaux** (in Paris): **Ueber die drei Typen des Humit** (veröff. in dems. Hefte, wie d. vor.). Bei der optischen Untersuchung des Humit und Chondrodit der Typen II und III zeigte sich, dass in den Krystallen, welche mit Zwillingslamellen nach der Basis erfüllt waren, die optische Axenebene nicht der Zwillingsebene parallel sei, sondern ihre Lage in den Lamellen mit der im umschliessenden Krystall einen beträchtlichen Winkel bildet, der von der Zwillingsebene halbirt wird. Demnach müssen die Formen als monosymmetrische betrachtet werden (wie zuerst E. S. Dana nachgewiesen hat) und es ergeben sich dann folgende Elemente:

Typus II: $a : b : c = 2,1663 : 1 : 1,6610; \quad \beta = 108^0\ 58'$

Typus III: $a' : b : c = 2,1634 : 1 : 1,4422; \quad \beta = 108^0\ 48'$.

Da es sich somit für die drei Typen um drei verschiedene Substanzen handelt, so schlägt der Verfasser vor, den Namen Humit für die rhombischen Krystalle (früher sogenannter I. Typus) beizubehalten, die monosymmetrischen des II. Typus Chondrodit und die des III. Typus Klinohumit zu nennen.

Sitzung vom 27. October 1876.

Die in dieses Heft S. 18 aufgenommene Arbeit von C. Brögger und G. vom Rath, über die Krystalle von Enstatit von Kjörrestad bei Bamle, wird vorgelegt.

3. N. S. Maskelyne (in London): **Ueber Quarz-Krystalle mit der Basis.** Hr. M. lenkte die Aufmerksamkeit der Ges. auf drei, dem britischen Museum angehörige Krystalle von Quarz mit der Basis $oR = (0001)$, welche Fläche an diesem Mineral zuerst von Des Cloizeaux beobachtet wurde, und wies auf die eigenthümliche physikalische Beschaffenheit dieser Flächen hin, welche darin besteht, dass sie mit Vertiefungen bedeckt sind, deren Seiten an zwei Krystallen parallel zu sein scheinen dem negativen Rhomboëder $-R = (01\bar{1}1)$; am dritten sind sie parallel den Flächen eines viel stumpferen Rhomboëders, wahrscheinlich $-\frac{1}{2}R = (01\bar{1}2)$.

4. W. J. Lewis (in London): **Ueber neue Formen am Gold.** An einem grossen Krystall des britischen Museums und an einem andern der schönen Sammlung des Hrn. H. Ludlam wurden die Formen $(410) = \infty O 4$ und $(811) = 8O8$ gefunden und durch Messungen, welche gut mit den theoretischen Werthen übereinstimmten, constatirt.

Sitzung vom 15. December 1876.

5. W. J. Lewis (in London): **Ueber Glaukodot.** Glaukodot oder Kobaltarsenkies findet sich zu Hakansbö in meist sehr grossen Zwillingskrystallen, deren Form und physikalische Eigenschaften vollkommen mit denen von Breithaupt's Akontit übereinstimmen. Es wurden daran folgende Formen beobachtet:

$$(100) = \infty \bar{P} \infty \qquad (011) = \breve{P}\infty$$
$$(110) = \infty P \qquad (021) = 2\breve{P}\infty$$
$$(101) = \bar{P}\infty \qquad (111) = P$$
$$(012) = {}^1/_2 \breve{P}\infty \qquad (212) = \bar{P}2$$

und gemessen:

$$(110)\ (1\bar{1}0) = 69^0\ 40', \qquad (101)\ (\bar{1}01) = 118^0\ 59^2/_3',$$

daraus folgt

$$a : b : c = 0,696 : 1 : 1,1813.$$

Die Zwillinge sind zweierlei: 1. Zwillingsebene $(110) = \infty P$ (bereits beschrieben); 2. Zwillingsebene $(101) = \bar{P}\infty$; da der Winkel zwischen zwei Flächen dieser Form, $61^0\ 0,3'$, sehr wenig von 60^0 abweicht, so kann ein Drilling. wie es bei ähnlichen des Chrysoberylls der Fall ist, mehr oder weniger das Ansehen eines hexagonalen einfachen Krystalls annehmen; eine solche Verwachsung von drei Krystallen befindet sich im britischen Museum.

Ref. W. J. Lewis.

6. F. Field und N. S. Maskelyne (in London): **Ludlamit, ein neues Mineral von Cornwall.** Die Begleiter des Minerals sind Quarz, Eisenspath, Vivianit, Eisenkies, Arsenkies, Bleiglanz, Zinkblende und Flussspath. Härte 3 — 4; spec. Gew. 3,12. In ziemlich grossen hellgrünen, durchsichtigen und glänzenden Krystallen von grünlichweissem Strich. Vor dem Löthrohr auf Kohle färbt es die Flamme schwach grün und lässt einen schwarzen Rückstand. Im Rohr erhitzt decrepetirt es heftig, wird schön dunkelblau und giebt Wasser ab. Löslich in verdünnter Salz- und Schwefelsäure, unter Oxydation in Salpetersäure; durch Kochen in Kali- oder Natronlauge sofort zersetzt. Besteht nur aus Eisenoxydulphosphat und Wasser, und oxydirt sich etwas an der Luft, wie Vivianit, zu einem Eisenoxyduloxydphosphat.

Die Analysen ergaben die Zusammensetzung als die eines basischen Eisenoxydulphosphates von der Formel:

$$Fe^7 P^4 O^{17} + 9 H^2 O$$

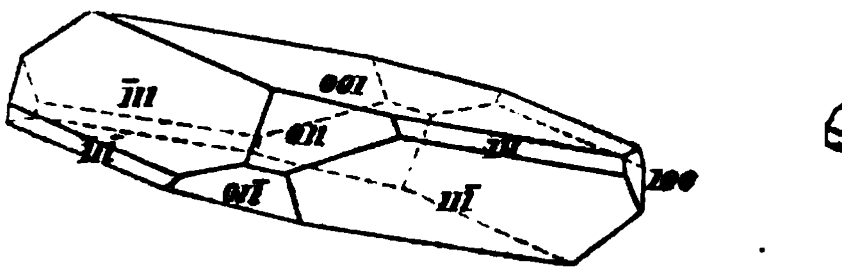
(vielleicht: $Fe^7 H^2 P^4 O^{18} + 8 H^2 O$)

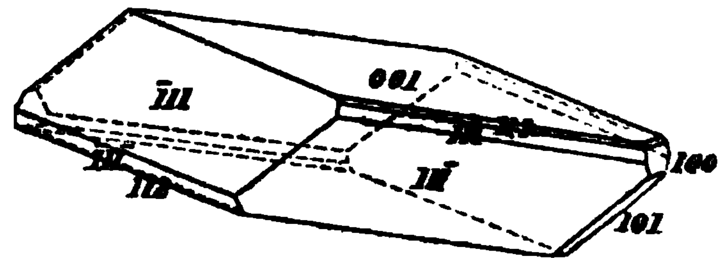
		berechnet	gefunden i. Mittel
$7 FeO$	=	53,05	52,76
$2 P^2 O^5$	=	29,88	30,11
$9 H^2 O$	=	17,05	16,98
			99,85

Krystallsystem monosymmetrisch;

$$a : b : c = 2,2785 : 1 : 2,0351$$
$$\beta = 79^0\ 27'.$$

Die Krystalle zeigen Combinationen, wie sie in den beistehenden beiden





Figuren (die Symmetrieaxe b ist auf den Beobachter zugekehrt) dargestellt sind; beobachtet wurden folgende Flächen:

$c = (001) = 0P$	vorherrschend	$l = (011) = \mathcal{P}\infty$	selten
$q = (\bar{1}11) = +P$	vorherrschend	$k = (\bar{2}01) = +2\mathcal{P}\infty$	selten
$a = (100) = \infty\mathcal{P}\infty$		$t = (201) = -2\mathcal{P}\infty$	selten
$m = (110) = \infty P$		$r = (112) = -\frac{1}{2}P$	selten
$d = (\bar{1}01) = +\mathcal{P}\infty$		$p = (111) = -P$	selten

Die Fläche c ist fein gestreift nach den Kanten $c : q$, a ist sehr glänzend, die stets gross ausgebildeten q-Flächen gestreift nach den Kanten $q : c$, daher die Winkelmessungen nicht unerheblich schwanken. Die wichtigsten Kantenwinkel sind folgende:

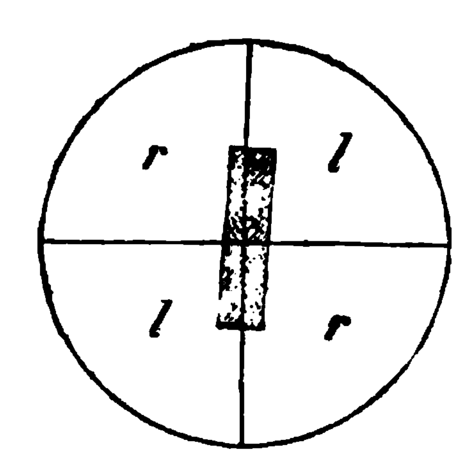
		berechnet:	beobachtet:
(001)	(100)	$= 79^0\ 27'$	—
(001)	$(\bar{1}01)$	$= 46\ \ 23\frac{1}{2}$	$45^0\ 56'$
(001)	$(\bar{2}01)$	$= 52\ \ 55\frac{1}{2}$	
$(\bar{1}00)$	$(\bar{2}01)$	$= 31\ \ 30\frac{1}{2}$	37 37

		berechnet:	beobachtet:
(100)	(110)	= 65° 55½′	—
(110)	(1$\bar{1}$0)	= 48 9	48° 8′
(100)	(11$\bar{1}$)	= 72 19½	72° 0′ bis 39½′
(100)	(111)	= 63 56	64 9
(001)	(110)	= 85 43	86 6
(001)	($\bar{1}$11)	= 68 54	68° 6′ bis 69° 1′
(001)	(112)	= 44 53	44 12
(001)	(111)	= 61 38½	
($\bar{1}$11)	($\bar{1}$01)	= 58 18	
(111)	(101)	= 53 39	
(001)	(011)	= 63 12½	

Spaltbarkeit nach (001) = oP sehr vollkommen, deutlich nach (100) = $\infty \bar{P} \infty$. Opt. Axenebene ‖ d. Symmetrieebene, Doppelbr. pos.; die erste Mittell. bildet 67° 5′ m. d. Verticalaxe im spitzen Winkel ac; Axenw. in Oel: $2 Ha = 97° 50'$, $2 Ho = 119°$, daraus folgt $2 V = 82° 22'$; Dispers. d. Mittell. fast Null, die d. Axen klein, $\varrho > v$.

Ref.: N. S. Maskelyne.

7. **E. Bertrand** (in Paris): **Vorrichtung zur Bestimmung der Schwingungsrichtung doppeltbrechender Krystalle im Mikroskop.** Man fügt zwischen die erste und zweite Linse des Oculars, im Focus der ersten, eine Platte ein, welche aus vier genau gleich dicken, zwei rechts (r, r) und zwei links drehenden (l, l), senkrecht zur Axe geschliffenen Quarzplatten so zusammengesetzt ist, dass die nur als gerade Linien sichtbaren Berührungsflächen, gleichsam als Fadenkreuz dienend, genau senkrecht zu einander stehen; s. die beistehende Figur. Die Dicke der Platte (etwa 2½ Millim.) muss derart sein, dass bei gekreuzten Nicols fast weisses, nur ganz schwach bläulich gefärbtes Licht hindurchgeht. Die zu einander senkrechten Trennungslinien werden nun den Hauptschnitten der beiden Nicols parallel gestellt; Dies geschieht, indem man den Hauptschnitt des unteren Nicols approximativ in die Richtung einer solchen Trennungslinie bringt, den oberen dreht, bis die 4 Sectoren genau gleiche Farbe zeigen, d. h. bis die Nicols gekreuzt sind, dann auf den drehbaren Objecttisch des Mikroskops eine kleine Krystallplatte bringt, deren Kanten parallel ihren Schwingungsrichtungen sind (Spaltungsstückchen von Anhydrit), und diese Platte dreht, bis sie in allen vier Feldern gleiche Farbe zeigt (Dies ist der Fall, wenn die Kante parallel einem Nicolhauptschnitt), und endlich das Ocular mit dem Quarzsystem dreht, bis eine seiner Trennungslinien genau parallel der Kante des Krystalls ist. Eine kleine Drehung des letzteren ruft nun sofort einen deutlichen Unterschied in den vier Sectoren hervor (in der Fig. durch verschiedene Schraffirung bezeichnet), und die Einstellung auf die Schwingungsrichtung eines beliebigen eingestellten Krystalls ist eine sehr empfindliche, namentlich, wenn man zwei Ablesungen macht, eine wenn oben rechts deutlicheres Blau, die andere, wenn es links auftritt, und das Mittel nimmt.



(Briefl. Mittheil.)

8. **O. Fraas** (in Stuttgart): **Ueber das Vorkommen des Chlornatrium und der begleitenden Salze in Indien.** Am Südabhang der sogen. Salzkette im nördlichen Pandschab, welche von Dschelam (Hydaspes) bis Kalabagh am Indus reicht, tritt das Steinsalz in ziemlich mächtigen Massen zu Tage und ist die älteste Bildung dieses Gebirges: darüber liegt Gyps, dann theils Dolomit und Kalk mit Productus antiquatus, Orthis pelargonata u. a. Versteinerungen (nach denen die Fauna der des Bergkalkes von Kaluga am nächsten steht), theils Sandsteine und Schieferthone mit Obolus. Das reichste Vorkommen ist das der Salzbergwerke Mayo Salt Mines (Wurcha) bei dem Dorfe Khiurah bei Pind Dadan Khan, wo zu oberst rother Gypsthon, dann massiver grauer Gyps, dann Bänke von unreinem Salz und unter diesen vier Lager reinen Steinsalzes (so durchsichtig, wie das von Friedrichshall), das schwächste von 8 Meter, das mächtigste von 30 M. Dicke, getrennt durch ebenso mächtige Lager unreinen Salzes, anstehen; das Liegende derselben ist gänzlich unbekannt. In der tiefsten Schichte schlechten Salzes, über dem letzten reinen Salzlager, fand sich eine 1 M. mächtige Einlagerung eines weissen oder röthlichen körnigen Gemenges von Sylvin, Steinsalz und Kieserit, letzterer in Körnern mit erkennbarer Spaltbarkeit oder dicht; Hr. Tschermak, welcher denselben bestimmte (Mineralog. Mittheil. 1873, S. 135) fand seinen Wassergehalt 12,99 % (ber. 13,04). Ausser diesen letzteren Mineralien kamen auf die Ausstellung nach Wien 1873 noch Drusen krystallisirten Steinsalzes mit Flächen von (210) aus dem Soojewall Seam, und Glauberit in schönen Krystallen mit Steinsalz (s. Tschermak's min. Mittheil. 1873, S. 288); diese fanden sich als Auskleidung einer Spalte im tiefsten reinen Steinsalzlager, dem Phurwala Seam.

Neuerdings wurden in dem begleitenden Gyps, der zuweilen rosenroth bis schneeweiss ist, ausgezeichnet schöne, etwa 1 Centim. lange Krystalle von Rosenquarz, Combinationen der beiden Rhomboëder mit untergeordnetem Prisma, und ausserdem in dem obersten Steinsalzflötz farblose glänzende flächenreiche Krystalle von Blödit (Simonyit Tschermak's), $Na^2SO^4 + MgSO^4 + 4H^2O$, gefunden, welche, obgleich durchschnittlich nur 1 Centim. Durchmesser besitzend, doch an Schönheit dem bekannten Vorkommen von Stasfurt kaum nachstehen dürften. Diese, sowie die Glauberitkrystalle, sind im mineralog. Institut der Strassburger Universität einer näheren krystallographischen Bestimmung unterworfen worden (s. die folg. Mitth.). Die vorstehenden Mittheilungen verdanke ich Hr. Warth, Director der Mayo Salt Mines, welcher über dieselben bereits einen Bericht veröffentlicht hat (Oesterreich. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen, 1876, XXIV, 385). (Briefl. Mitth.)

9. **W. Schimper** (in Strassburg): **Ueber Glauberit und Blödit vom Pendschab.** A) Glauberit: Die Krystalle, welche z. Th. auf Steinsalzwürfeln aufsitzen, zeigen genau den Habitus derjenigen von Westeregeln bei Magdeburg (v. Zepharovich, Sitzungsber. d. Wiener Akad. 69, I, 16, 1874) und entsprechen der l. c. Tafel I gegebenen Fig. 2. Vorherrschend sind $c = (001) = oP$ und $s = (111) = -P$; klein ausgebildet $a = (100) = \infty P\infty$ und $m = (110) = \infty P$; ferner erscheinen an wenigen Krystallen, und untergeordnet, noch folgende, bisher noch nicht am Glauberit beobachtete Formen:

$$(112) = -\tfrac{1}{2}P$$
$$(021) = 2P\infty$$
$$(023) = \tfrac{2}{3}P\infty$$

Die neue Hemipyramide konnte gegen c nur approximativ gemessen werden, da letzteres stark gebrochen war, es ergab sich

$$(001)\ (112) = 28^0\ 46',$$

während der nach Zepharovich's Axenverhältniss berechnete Werth $27^0\ 57'$ sein würde. Dagegen konnten die beiden Klinodomen (die ersten bisher an diesem Mineral gefundenen), deren Flächen eben und glänzend waren, genauer gemessen werden:

	beobachtet:	berechnet:
$(021)\ (02\bar{1})$ =	$55^0\ 27'$	$55^0\ 27'$
$(023)\ (021)$ =	29 56	29 53

B) Blödit: Diese Krystalle zeigen vollständig die Ausbildung der von G. vom Rath (Poggendorff's Ann. d. Phys. 1871, CXLIV, 586) und von P. Groth und C. Hintze (Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1871, XXIII, 670) beschriebenen von Stasfurt bei Magdeburg, wie sie in der erstangeführten Arbeit Taf. VII, Fig. 21 abgebildet sind. Die an denselben beobachteten Flächen sind folgende:

c =	(001) =	$0P$	vorherrschend
d =	(011) =	$P\infty$	vorherrschend
p =	(111) =	$-P$	vorherrschend
m =	(110) =	∞P	vorherrschend
n =	(210) =	$\infty P2$	vorherrschend
a =	(100) =	$\infty P\infty$	
b =	(010) =	$\infty P\infty$	
λ =	(310) =	$\infty P3$	
ν =	(120) =	$\infty P2$	
q =	$(\bar{2}01)$ =	$+2P\infty$	
y =	$(\bar{1}11)$ =	$+P$	
s =	$(\bar{2}11)$ =	$+2P2$	
o =	(121) =	$-2P2$	

Diese sämmtlichen Flächen wurden bereits, und zwar mit derselben relativen Ausdehnung, an dem Stasfurter Vorkommen beobachtet, und ergaben an den indischen Krystallen Winkel, welche meist auf 1' mit den Messungen von Groth und Hintze übereinstimmten. Ausserdem fanden sich, aber nur sehr untergeordnet, noch zwei neue Formen:

1. das Prisma

$$\mu = (130) = \infty P3$$

als sehr schmale Abstufung zwischen (120) und (010); es ward gemessen:

$(130)\ (120)$ =	$6^0\ 7'$	berechnet: $6^0\ 47'$
$(130)\ (010)$ =	$13^0\ 49'$ bis $14^0\ 8'$	» $14^0\ 7'$

2. die hintere Hemipyramide

$$f = (\bar{1}44) = +P4$$

in der Zone $(011)\ (\bar{1}11)$, äusserst schmal;

	beobachtet	berechnet
$(\bar{1}44)\ (011)$	$6^0\ 23'$ appr.	$6^0\ 6'$.

10. C. **Bodewig** (in Strassburg): **Ueber die Krystalle des Biacetylphenolphtaleïn, einer neuen circularpolarisirenden Substanz.** Der genannte Körper wurde von Herrn A. Baeyer dargestellt (Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1876, IX, 1232) und hat die Zusammensetzung: $C^{20}H^{12}O^4 \, (C^2H^3O)^2$. Die aus unreiner Lösung anfangs erhaltenen, daher gefärbten Krystalle waren würfelähnlich, Combinationen eines tetragonalen Prismas $p = (100) = \infty P \infty$ und der Basis $c = (001) = oP$ mit kleinen Flächen der Pyramide $o = (111) = P$. Gereinigt und aus Alkohol, Aether-Alkohol oder Chloroform umkrystallisirt, liefert die Substanz farblose, sehr glänzende Krystalle der Form, wie sie die beistehende Figur darstellt;

$$o = (111) = P$$
$$p = (100) = \infty P \infty$$

und eine sehr flache tetragonale Pyramide m; die Messungen an den o-Flächen ergaben:

	beobachtet	berechnet
$(111)\,(\bar{1}11)$ =	$77^0\ 47'$	$77^0\ 42'$
$(111)\,(11\bar{1})$	$*54^0\ 58'$	—

daraus folgt:

$$a : c = 1 : 1,3593.$$

Die flache Pyramide m gab an einigen besonders gut ausgebildeten Krystallen ziemlich übereinstimmende Werthe, nämlich den Polkantenwinkel zwischen $0^0\ 44'$ und $0^0\ 55'$, im Mittel $0^0\ 49'$, dies würde dem Zeichen

$$(1.1.200) = {}^1/_{200}P$$

entsprechen, welches erfordert:

$$(1.1.200)\ (1.\bar{1}.200) = 0^0\ 47'.$$

Dagegen zeigten die Winkel über c, $(11m)\ (\bar{1}\bar{1}m)$, bedeutend grössere Schwankungen, so dass die genaue Bestimmung des Zeichens dieser flachen Pyramide dahingestellt bleiben muss.

Spaltbarkeit deutlich nach $(110) = \infty P$.

Doppelbrechung negativ.

Die Krystalle sind theils links, theils rechts drehend. Zur Bestimmung der Drehung wurden zwei linksdrehende Platten benutzt:

1. Platte, mittlere Dicke = 1,340 mm.

	Drehung für *Li*-Roth	*Na*-Gelb	*Tl*-Grün
	$23,2^0$	$26,3^0$	$32,2^0$
dies gibt für 1 mm. Dicke	$17,3^0$	$19,7^0$	$24,0^0$

2. Platte, mittlere Dicke = 1,5055 mm.

	Li	*Na*	*Tl*
	$25,4^0$	$29,5^0$	$35,3^0$
für 1 mm.	$16,9^0$	$19,8^0$	$23,6^0$
Mittel	$17,1^0$	$19,7^0$	$23,8^0$

Die Brechungsexponenten liessen sich wegen der dünntafelförmigen Ausbildung nicht bestimmen.

11. **Ders.: Ueber Kaliumpalladiumchlorür.** Grosse, im auffallenden Lichte bräunlich-schwarze Krystalle aus der Fabrik des Herrn Th. Schuchardt in Görlitz.

Krystallsystem tetragonal.

$$a : c = 1 : 0,4098$$

Combinationen (s. beistehende Figur) von $p = (110) = \infty P$, $o = (111) = P$ und $c = (001) = oP$.

	beobachtet	berechnet
$(111)\ (\bar{1}11)$ =	$41^0\ 32'$	—
$(111)\ (110)$	$59^0\ 57'$	$59^0\ 54'$

Das Salz ist ausgezeichnet durch seinen starken Pleochroïsmus; dünne Platten parallel c erscheinen im durchfallenden Lichte dunkelbraunroth, solche parallel der Axe chromgrün. Im Dichroskop ist

der parallel c schwingende Strahl, d. i. $\mathfrak{a}$: grasgrün,
» » a » » » » $\mathfrak{b}$: dunkelbraunroth.

Doppelbrechung negativ.

Die Zusammensetzung dieses Körpers ist

$$K^2 Pd Cl^4,$$

wie folgende Analyse beweist:
0.1854 gr. wurden, nachdem sie im Exsiccator von hygroskopischem Wasser befreit waren, in einer Röhre durch Erhitzen im Wasserstoffstrome reducirt; der Wasserstoff war erst durch eine Lösung von $AgNO^3$, dann durch Schwefelsäure geleitet worden. Im Rohr sublimirte etwas KCl. Nach dem Ausziehen der Masse mit Wasser wurde das Palladium bei 100^0 getrocknet, und, da es blau angelaufen war, noch einmal im Tiegel mit H reducirt. Man fand 0,1563 gr. = 32,28 % Pd. Das gelöste KCl, mit dem im Rohr sublimirten vereinigt, betrug 0,2208 gr. = 45.08 %. Die obige Formel verlangt 32,56 Pd und 45,70 KCl.

12. **L. Calderon** (in Strassburg): **Optische Untersuchung der Zuckerkrystalle.** Von den Krystallen des Rohrzuckers ist bisher nur bekannt, dass die optische Mittellinie mit der Verticalaxe im stumpfen Winkel ac $67^0\ 48'$ einschliesst (Miller), und welchen Winkel die scheinbaren optischen Axen in Luft für verschiedene Temperaturen bilden (Des Cloizeaux, Nouv. Rech. S. 169. 1867).

Zur Bestimmung der Brechungsexponenten wurden aus einem grossen sehr durchsichtigen Krystall zwei Prismen geschliffen, deren brechende Kanten der Symmetrieaxe parallel waren, von denen aber das erste, I, von der ersten Mittellinie der optischen Axen, das zweite, II, von der zweiten Mittellinie halbirt wurde. Die Schliffflächen mussten mit dünnen Glasplatten bedeckt werden. Es ergaben sich folgende Werthe:

	Pr. I		Pr. II	
	Brechender W. = $42^0\ 47'$		Brechender W. = $54^0\ 46'$	
	ord. Strahl	extraord. Strahl	ord. Strahl	extraord. Strahl
Li :	$\beta = 1,5636$	$\gamma = 1,5693$	$\beta = 1,5641$	$\alpha = 1,5379$
Na :	1,5660	1,5716	1,5674	1,5397
Tl :	1,5675	1,5734	1,5695	1,5422

Daraus folgt, wenn man von den beiden Werthen für β das Mittel nimmt, der wahre Axenwinkel

Li :	$2V = 48^0\ 53'$
Na :	— $22'$
Tl :	$47^0\ 52'$

Es wurde ferner der scheinbare Axenwinkel $2E$ direct beobachtet und dann, unter Benutzung der Mittelwerthe von β, daraus der wahre berechnet; so ergab sich:

Li :	$2E = 78^0\ 50'$	$2V = 47^0\ 56'$
Na :	$79^0\ 7'$	48^0 —
Tl :	$79^0\ 29'$	$48^0\ 8'$

Die erstere Reihe für $2V$ ergibt die Dispersion der Axen in umgekehrtem Sinne; dies ist aber nur eine Folge der Ungenauigkeit der Werthe, welche aus Brechungsexponenten berechnet sind, die, der Natur der angewendeten Prismen nach, nur auf 3 Decimalen richtig sein können; mit Rücksicht auf die hieraus entstehenden Fehler ist die Uebereinstimmung beider Reihen sogar eine sehr befriedigende. Aus den direct gemessenen Werthen von $2E$ und den daraus berechneten für $2V$, welche viel genauer sind als die der ersten Reihe, ersieht man, dass $\rho < v$ und die Dispersion der optischen Axen für die verschiedenen Farben sehr klein ist. Die Dispersion der Mittellinien ist fast Null; die dunkeln Hyperbeln beider Ringsysteme im Interferenzbild sind vollkommen gleichartig farbig gesäumt.

13. W. W. Stoddart: Vorkommen des Cölestin im Keupermergel (Mineral. Mag. I, S. 4 *)). In den untersten Schichten des Keupermergels zu Bristol kommt der C. mit Gyps in grossen Massen, in Adern und Drusen vor; in den letzteren die bekannten schönen bläulich gefärbten Krystalle, in den Concretionen erscheint er als radialfasriges Aggregat. Ein solches von Clifton lieferte bei der Analyse: 99,13 % $SrSO^4$, 0,46 % $BaSO^4$ und 0,25 % $CaSO^4$. Die blaue Farbe der erwähnten Krystalle soll von Vivianit herrühren, doch gelang es niemals, in den sorgfältig rein ausgewählten Stücken derselben eine Spur von Eisen zu finden. Ausser im Keuper, findet sich der Cölestin auch sekundär auf Klüften im unterliegenden Kohlenkalk, in welche er mit triasischem Mergel gelangt ist.

Ref. P. Groth.

14. J. H. Collins: Ueber zwei neue Mineralien aus Cornwall (Min. Magaz. I, S. 11).

a) Henwoodit: Der H. kommt mit Chalcosiderit und Andrewsit auf der West-Phönix-Mine in türkisblauen oder grünlichblauen kugligen Massen, deren Oberfläche undeutliche Krystallfacetten zeigt, auf Brauneisenerz aufgewachsen vor; manchmal sind diese Kugeln auch mit Chalcosiderit überzogen. Ein Dünn-

*) Am 3. Febr. 1876 ist in London eine mineralogische Gesellschaft unter dem Namen »Mineralogical Society of Great Britain and Ireland« zur Beförderung des Studiums der Mineralogie und Petrographie gegründet worden (Präsident: Hr. H. C. Sorby), welche eine in Truro (Lake u. Lake) erscheinende Zeitschrift unter dem Titel »The Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society of Gr. Brit. a. Irel.« herausgibt (bisher zwei Hefte, Aug. und Nov. 1876, von deren Inhalt im Folgenden Auszüge, soweit die Arbeiten in das Gebiet unserer Zeitschrift fallen, gegeben sind).

schliff zeigte undeutliche radialfaserige Structur des Innern. Nach Entfernung des Brauneisenerzes durch warme verdünnte Salzsäure wurde mit nur $^1/_3$ Grm. Substanz das spec. Gewicht zu 2,67 und die chemische Zusammensetzung gefunden zu:

H^2O	17,10
SiO^2	1,37
CuO	7,10
Al^2O^3	18,24
P^2O^5	48,94
Fe^2O^3	2,74
CaO	0,54
Verlust	3,97
	100,00

Das Wasser geht erst bei hoher Temperatur fort; es wurde als Glühverlust bestimmt. Wenn die Analyse, wegen des hohen Verlustes und der offenbar nicht ganz reinen Substanz, die chemische Natur auch nicht genau feststellt, so stehen doch nach derselben, wenn man $Si\,O^2$, Fe^2O^3 und CaO als nicht zugehörig abzieht,

$$CuO : Al^2O^3 : P^2O^5 : H^2O$$

sehr genau in dem Verhältniss

$$1 : 2 : 4 . 11$$

(statt der letzten Zahl nimmt der Verf. die allerdings einfachere 10 an). Das Mineral steht also dem Türkis nahe, der ebenfalls oft mehrere Proc. CuO, aber viel weniger P^2O^5 und weit mehr Al^2O^3, als der Henwoodit, enthält.

b) Enysit. Diese Substanz wurde in einem Keller am alten Hafen von St. Agnes als dünner hell blaulich grüner Ueberzug der Wand gefunden, abgesetzt aus eingedrungenem Wasser, welches eine Erdschicht durchsickert hatte, auf welcher Kupfererze zur Verladung aufgespeichert worden waren. Spec. Gew. 1.59. Das Mineral verlor über Schwefelsäure 14,04, bei 150° 18,21 und in Rothgluth 7,17 % Wasser; die Analyse ergab:

H^2O :	39,42
SO^3	8,12
$Si\,O^2$	3,40
Al^2O^3	29,85
CaO	1,35
CO^2	1,05
CuO	16,91
	100,10

Daraus wird, unter Abzug des $CaCO^3$ und Zurechnung der SiO^2 zur Al^2O^3 als Vertreter (?) derselben, auf die Formel $CuSO^4 + H^2CuO^2 + 3H^6Al^2O^6$ geschlossen. Hiergegen hat der Ref. zu bemerken, dass (abgesehen davon, dass die Analyse keineswegs genau mit dieser Formel überein stimmt) die Substanz unzweifelhaft als mechanisches Gemenge betrachtet werden muss; sie erwies sich (nach der Untersuchung des Unterzeichneten) unter dem Mikroskop als entschieden inhomogen, bestehend aus einer farblosen, nicht deutlich polarisirenden Substanz, welche ganz erfüllt ist mit kleinen Körnchen eines grünen Pigments, und aus einzelnen grösseren Stücken eines doppelbrechenden Körpers (Kalkspath?); unter Berücksichtigung dieser Thatsache ist aus der Analyse mit Wahrscheinlichkeit zu schliessen, dass der Enysit ein Gemenge von Thon (das unterliegende Gestein ist ein sehr weicher Thonschiefer), von einem Thonerdehydrat, einem basischen

Kupfersulfat (das grüne Pigment) und von Kalkspath ist. Es dürfte also dieser neue Namen besser wieder aus der Literatur zu streichen sein.

Ref. P. Groth.

15. A. Liversidge: Ueber ein Mineral von New Sud Wales, wahrscheinlich Laumontit (Mineral. Magaz. I, 2. Heft, S. 54). Das fragliche Mineral, von Bathurst Roard in der Nähe des Cox River, bildet schmale Gänge im Schiefer, aus hellfleischfarbenen Prismen zusammengesetzt; es löst sich unter Gelatiniren in Salzsäure und ergab bei der Analyse:

$Si\,O^2$:	53,27
$Al^2\,O^3$ (mit Spuren von $Fe^2\,O^3$)	22,83
$Ca\,O$	11,00
$Mg\,O$	0,48
$H^2\,O$	12,65

Dies stimmt nahezu mit den bisherigen Analysen von Laumontit anderer Fundorte überein, bis auf den Wassergehalt, der etwa 2 % niedriger ist.

Ref. P. Groth.

16. J. H. Collins: Ueber das Vorkommen von Achroït zu Rock Hill bei St. Austell, Cornwall (Min. Magaz. I. 2. Heft. S. 55). Farbloser Turmalin (Achroït) findet sich in sehr dünnen Prismen als Ausfüllung von Hohlräumen, welche durch Zersetzung von Feldspathkrystallen entstanden sind, zusammen mit schwarzem Turmalin, Quarz und Zinnerz, welche Mineralien Gänge in zersetztem Granit bilden. Ref. P. Groth.

17. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ueber den Mikroklin** (Mém. sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques, et la composition chimique du microcline, nouvelle espèce de Feldspath triclinique à base de potasse, suivi de remarques sur l'examen microscopique de l'Orthose et des divers Feldspaths tricliniques. — Annales de Chimie et de Phys. 5. sér., t. IX, 1876). Bekanntlich hat Breithaupt den schillernden Feldspath des Zirkonsyenits von Frederiksvärn und Laurvig in Norwegen, als zum asymmetrischen System gehörig, unter dem Namen Mikroklin vom Orthoklas getrennt, weil er den Winkel seiner Spaltungsflächen *PM*, (001) (010), 0° 22′ vom rechten abweichend fand; später rechnete er zu demselben noch verschiedene andere, theils nur *K*, theils *K* und *Na* enthaltende Feldspathe, wie den des Syenits im plauenschen Grunde bei Dresden, den grünen von Bodenmais, den des Miascits vom Ural, eine Varietät von Arendal, von Kangerdluarsak in Grönland, einige von Schlesien u. s. w. Von den aufgezählten sind indessen der von Frederiksvärn und der grüne, zu Bodenmais mit Oligoklas und Magnetkies vorkommende, nach ihren optischen Eigenschaften wirklicher Orthoklas, während eine Anzahl früher für monosymmetrisch gehaltener Feldspathe, besonders solche, welche mehr oder weniger deutlich nach nur einer Fläche des Prisma spalten, nach ihrem optischen Verhalten in der That in das asymmetrische System gehören. Dieselben zeigen, in dünnen Platten nach (001), *oP*, geschliffen, im parallelen polarisirten Lichte Auslöschungen, welche der Kante *PM* nicht parallel sind, sondern etwa $15\frac{1}{2}°$ mit ihr ein-

schliessen. Solche Platten sind aber niemals homogen, sondern ganz erfüllt mit dünnen, in Zwillingsstellung eingelagerten Lamellen, von denen die einen parallel 010, die andern sie senkrecht oder unter Winkeln von 92—93° durchschneiden, so dass die Platte ein gegittertes Ansehen besitzt. Unter den Zwillingslamellen befinden sich manchmal auch solche, deren Schwingungsrichtung parallel der Kante *MP* ist, oft ist der Feldspath von unregelmässig contourirten Lamellen durchzogen, deren Auslöschung nur 3—4° mit jener Kante bildet. Da, wo beiderlei Einlagerungen zusammen vorkommen, zeigt der Schliff ein Gemenge von drei Feldspathvarietäten: in Streifen parallel und senkrecht zur Kante *PM*, oder auch in unregelmässigen Partien, wechseln der asymmetrische Mikroklin und unzweifelhafter Orthoklas mit einander ab, und dieses Gemenge wird durchsetzt von unregelmässigen, oft verzweigten Gängen von Albit; die relative Menge der drei Bestandtheile ist sehr verschieden, doch scheint der Orthoklas am seltensten zu sein, während die Albitmenge oft sehr gross ist; hierher gehört der rothe Feldspath von Arendal, der seit 12—15 Jahren im Grossen gewonnen wird und Spaltbarkeit nach dem rechten und linken Hemiprisma zeigt.

Die Zusammensetzung aus senkrecht sich kreuzenden Zwillingslamellen von Mikroklin, welche meist ein sehr feines Gewebe bilden, zeigt besonders der grüne sog. Amazonenstein vom Ilmengebirge und von Lipowaïa im Ural, von der Uttegrube in Schweden, von der Küste von Labrador, von Delaware in Pennsylvanien, von den Goldgruben von Pike's Peak in Colorado und von Sungansarsuk in Grönland. Derselbe umschliesst nur sehr selten Albit und Orthoklas. Aehnlich verhalten sich: der Chesterlit von Pennsylvanien; weisser Mikroklin von Everett, Massachusets; verschiedene rothe, weisse und grauliche Feldspathe von Arendal, der von Kangerdluarsuk in Grönland, welcher Albit- und Orthoklas-Einschlüsse enthält; von Dinard bei St. Malo in der Bretagne; aus dem Thal von Lesponne in den Pyrenäen; von Born in Wermland; der hellgrüne, zahlreiche Eisenoxydlamellen umschliessende, Aventurinfeldspath von Mineral Hill in Pennsylvanien; der Feldspath von Sedlovatoi bei Archangel; von Silböle in Finnland; ferner ein fleischrother Feldspath, welcher in Karlsbader Zwillingen von 1—2 Cm. Durchmesser mit kleineren Körnern von grünlichem Oligoklas, mit Quarz und schwarzem Glimmer einen ägyptischen Granit bildet, der in Rom von den Alten vielfach zu Säulen verarbeitet worden ist; ausserdem der rothe Mikroklin im Schriftgranit des Ural, welcher viel Albit enthält; der von Ichabö an der SW-Küste von Afrika, mit viel Orthoklas, wenig Albit; von Helgeraa bei Langesundfjord in Norwegen, mit zahlreichen Einschlüssen von Albit; die weissen, blätterigen, fein gestreiften Massen von Dixon's Quarries in New Castle, Delaware; der graue Feldspath von Utö; der graurothe von Ytterby in Schweden; weisse durchsichtige Krystalle von Baveno; ein schöner braungelber Zwilling des Bavenoëer Ges. von Schwarzbach bei Hirschberg in Schlesien; die beiden letzteren bestehen aus einer Grundmasse von Orthoklas, in welcher kleine Einschlüsse von Albit und lange durchsichtige Lamellen von Mikroklin, parallel (110), also auf der Basis einander unter 115—116° schneidend, eingelagert sind. Der reinste bisher gefundene Mikroklin ist der in grünlich-weissen, im Innern durchsichtigen, blätterigen Massen mit Aigirin zu Magnet Cove, Arkansas, vorkommende. Graurother blätteriger Feldspath von Nöskilen bei Arendal ist vorwaltend Orthoklas und enthält nur sehr wenig Mikroklin, dagegen viel Albit. Der Albit ist, wie in allen Mikroklinen und Orthoklasen, dadurch charakterisirt, dass er nur Zwillingslamellen parallel *M*, niemals gegitterte Structur, wie der Mikroklin, zeigt.

Obgleich in allen genannten Feldspathen der Winkel der Spaltungsflächen

PM nur 16′ vom rechten abweicht (Mittel zahlreicher Messungen am Amazonit vom Ural, welche von 89° 20′ bis 89° 50′ schwanken; Breithaupt nahm 89° 46′ an), so sollte man doch vermuthen, dass man stets auf der Basis die durch die Zwillingslamellen hervorgebrachte Streifung sehen könnte; dies ist jedoch nur der Fall bei den schönen Krystallen von Pikes Peak, bei sehr wenigen Amazoniten vom Ural und bei den blätterigen weissen Massen von Dixon's Quarries. Noch weniger deutlich kann sich eine Zusammensetzung aus abwechselnden Orthoklas- und Mikroklin-Lamellen nach (010) auf der Spaltungsfläche (001) verrathen, da die einspringenden Winkel alsdann noch stumpfer sind. Dagegen ist der eingewachsene Albit auf der Basis sehr deutlich zu erkennen, da seine, meist ausgefaserten Partien in einer mehrere Grade gegen (001) geneigten*) Richtung einen Schimmer zeigen, der durch feine Zwillingsstreifung parallel *MP* hervorgebracht wird. Im basischen Schliff zeigen die beiden Lamellensysteme des letzteren stets Auslöschungen, welche mit einander 7—8°, also mit der Kante *MP* 3½—4° bilden; bei sehr schmalen Lamellen erscheint aber oft dieser Winkel noch kleiner, und es ist dann oft recht schwer, den Albit vom Orthoklas zu unterscheiden. Sehr deutlich erkennt man ihn indessen dann in einem Schliff nach *M*, (010); hier ist der Winkel der Auslöschungsrichtung mit der Kante *PM* im Albit 18—20°, im Mikroklin 4—7°, endlich im Orthoklas 11—12°; letzterer bildet oft breite Banden im Mikroklin, welche, heller als letzterer, unter 16—18° gegen die Verticalaxe geneigt sind. Der in den Mikroklinen enthaltene Orthoklas würde sich demnach in optischer Beziehung vom Adular und Sanidin unterscheiden, aber derjenigen Varietät sich nähern, welche den Hauptbestandtheil des Zirkonsyenit von Frederiksvärn bildet, und bei welcher die optische Axenebene mit der Basis 12° einschliesst.

In genügend homogenem Mikroklin findet man die optische Axenebene fast genau senkrecht zu (001) (Winkel beider 82—83°), und ihr Durchschnitt mit (010) bildet mit der stumpfen Kante *MP*, d. i. der Axe *a*, 5—6° im stumpfen Winkel *ac*; die zweite Mittellinie ist positiv und bildet, während sie im Orthoklas mit der Normalen zu (010) zusammenfällt, mit dieser 15½°, daher ist in Luft nur eine der beiden Axen sichtbar, welche viel weitere Farbenringe zeigt, als die andere; die Dispersion ist ziemlich schwach, $\varrho < v$, wie im Orthoklas; deutlich gekreuzte Dispersion; der stumpfe Winkel der optischen Axen in Oel für Roth (Brechungsexponent des Oels = 1,466), gemessen an Platten parallel (010) beträgt 103° und ist in homogenen Krystallen viel constanter als beim Orthoklas, so dass die verschiedensten Krystalle nur wenig differirende Werthe liefern. Je mehr hingegen mechanische Beimengungen von Albit und Orthoklas im Mikroklin vorhanden sind, desto mehr beeinflussen sie die beobachteten Interferenzerscheinungen und machen oft die Erkennung der Farbenringe fast unmöglich. Im Allgemeinen erscheinen die orthoklasreichen Platten so, als ob sie einen grösseren Axenwinkel hätten, als der Mikroklin, die an Albit reicheren zeigen einen kleineren, und in beiden Fällen sind die scheinbaren Axen mehr symmetrisch gegen die Axe *b* (die Normale der Platte) geneigt. In einigen Varietäten, z. B. im fleischrothen Mikroklin von Arendal und in manchen Aventurinfeldspathen von Mineral Hill in Pennsylvanien, in denen die Albiteinlagerungen grösser sind, kann man im Polarisationsinstrumente die Farbenringe des Albit, welche fast symmetrisch zur Normalen der Platte liegen, deutlich unterscheiden von denen des Mikroklin, welche

*) Die andere Spaltungsfläche (010) fällt dagegen genau mit der des Mikroklin oder Orthoklas zusammen.

sehr unsymmetrisch und in einer gegen die der ersteren 13—15° gedrehten Ebene liegen.

Während der Orthoklas beim Erwärmen sehr beträchtliche Aenderungen des optischen Axenwinkels erfährt, bleibt derjenige des Mikroklin ganz unverändert und erfährt auch keine permanente Aenderung durch Weissgluth, wie jener. In dieser Beziehung entfernt der asymmetrische Kalifeldspath sich also sehr vom Orthoklas und nähert sich den sogen. Plagioklasen.

Krystalle des Mikroklin sind nicht häufig und fast nur unter den Amazoniten zu finden. Sie haben im Allgemeinen das Ansehen von einfachen oder Zwillingskrystallen des Orthoklas und zeigen die Formen:

$$(110) = \infty P'$$
$$(1\bar{1}0) = \infty' P$$
$$(010) = \infty \breve{P} \infty$$
$$(001) = o P$$
$$(\bar{1}01) = ,\bar{P}, \infty$$

oder dieselben in Combination mit folgenden:

$$(\bar{2}01) = 2 ,\bar{P}, \infty$$
$$(\bar{1}\bar{1}1) = P,$$
$$(130) = \infty \breve{P}' 3$$
$$(1\bar{3}0) = \infty' \breve{P} 3$$
$$(\bar{1}11) = ,P$$

Manche sind Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz (Lesponne i. d. Pyrenäen*)), andere nach (001) (Pikes Peak), andere endlich in Form rectangulärer Prismen bilden Verwachsungen, deren Zwillingsebene nahezu die Fläche (011) ist (Chesterlit, Amazonit von Pikes Peak, röthlich-weisse Krystalle von Baveno und bräunlichgelbe von Schwarzenbach). Die Flächen sind fast immer rauh, und die Krystalle, ausser denen des Chesterlits, sehr gross, so dass es fast unmöglich ist, genaue Messungen anzustellen. Die Winkel scheinen sehr wenig von denen des Orthoklases abzuweichen. Es wurde gefunden:

	am Amazonit	am weissen Mikroklin von Everett, Massachusetts
$(1\bar{1}0)$ $(0\bar{1}0)$	= 60° 58′	60° 49′
(001) (010)	= 89° 44′	—
(001) $(1\bar{1}0)$	= 68° 22′	68° 43′
(001) (110)		67° 43′
(110) $(1\bar{1}0)$		61° 29′

Die Spaltbarkeit nach $(110) = \infty P'$ liefert nur unvollkommen spiegelnde, die noch deutlichere nach $(1\bar{1}0) = \infty' P$ nur fettglänzende Flächen. Eine vollständige Bestimmung des Axenverhältnisses ist demnach z. Z. noch nicht möglich.

Von dem Amazonenstein von Mursinsk wurden je vier Platten senkrecht zur ersten und zweiten Mittellinie geschliffen; die ersteren ergaben $\rho > v$, deutliche horizontale Dispersion und den Axenwinkel in Oel

$$2 Ha \text{ für Roth} = 87^0\ 54' \text{ bis } 89^0\ 56';$$

die letzteren zeigten $\rho < v$, deutliche gekreuzte Dispersion und den stumpfen Axenwinkel in Oel

$$2 Ho \text{ für Roth} = 101^0\ 31' \text{ bis } 103^0\ 54'.$$

*) Hierher gehören auch manche von Pikes Peak. Der Ref.

In den beiderlei Platten waren beide Ringsysteme gleich beschaffen und liessen keine geneigte Dispersion erkennen. Eine sehr nahe normal zur zweiten Mittellinie geschliffene Platte bildet mit (001) : 98—99°, mit (1̄10) : 101½°, mit (010) : 17⅔°; ihr Durchschnitt mit (001) schneidet die rechts liegende stumpfe Kante (001) (010) unter 15½°, und zwar von links vorn nach rechts hinten; die Trace der Axenebene auf einer solchen Platte bildet 6° mit ihrem Durchschnitt durch (001) und ist nach hinten geneigt. Eine Platte, senkrecht zur vorigen und zur ersten Mittellinie macht mit (001) 84°, und die Trace der Axenebene schneidet auf derselben ihre Schnittlinie mit (001) unter 9°, indem sie nach links geneigt ist.

Da der Mikroklin ausserordentlich selten frei von Albit und Orthoklas ist, so kann in den meisten Fällen seine chemische Zusammensetzung in reinem Zustande nicht bestimmt werden; nur der von Magnet Cove ist wirklich rein; durch die Untersuchung einer Reihe anderer Vorkommnisse mit steigendem Albitgehalt ist es möglich, sich über den Einfluss des letzteren auf die Zusammensetzung ein Urtheil zu verschaffen. Dies ist nun geschehen durch die Analysen von folgenden elf Mikroklinvarietäten (angestellt von den HH. Damour und Pisani):

I. Magnet Cove, Arkansas: blassgrüne blättrige Massen von reinem Mikroklin. — Pisani.

II. Ural: Amazonit, apfelgrün, mässig durchsichtig, auf der Fläche (001) fein gestreift, deutlich spaltbar nach (1̄10) mit Lamellen von Orthoklas und einigen Albiteinschlüssen. — Pisani.

III. Ilmengebirge: blättrige grüne Massen, durchsichtig, mit sehr sparsamen Orthoklaslamellen und wenigen schmalen Albitgängen. — Pisani.

IV. Ural: schön grüner, wenig durchsichtiger Krystall, aus Lamellen von Mikroklin nach zwei Richtungen, mit wenigen von Orthoklas vermischt, bestehend; einige unregelmässige Albitpartien. — Pisani.

IVa. Chesterlit von Pennsylvanien: Zwillinge nach dem Gesetz des Mikroklin von Baveno, mit trüber Kruste und durchsichtigem Innern; fast reiner Mikroklin. — Smith und Brush.

V. Mursinsk: bläulichgrün, sehr durchsichtig (von diesem sind die Platten zur Bestimmung des optischen Axenwinkels entnommen); wenig Albit. — Pisani.

VI. Everett, Massachusetts: weisse, krystallinische Massen, sehr deutlich spaltbar nach (1̄10) und (110), mit Glimmerlamellen auf den Trennungsflächen, von auffallend geringem spec. Gewicht. — Pisani.

VII. Broye, Thal von Marmagne, Saône et Loire: mit Orthoklas gemengt und zahlreiche Albitgänge enthaltend. — Damour.

VIII. Sungausarsuk in Grönland: schmutzig grün, in dünnen Platten durchsichtig; einige Albiteinschlüsse. — Damour.

IX. Arendal: fleischroth, stets mit deutlicher Spaltbarkeit nach (1̄10), oft einer weniger leichten nach (110); die Albitgänge sind schon mit blossem Auge durch den Schimmer auf der basischen Spaltungsfläche erkennbar. — Pisani.

X. Sedlovatoi bei Archangel: fleischrother Aventurinfeldspath. — Pisani.

XI. Mineral Hill, Pennsylvanien: hellgrün, bestehend aus abwechselnden Lamellen von Mikroklin und Albit, mit eingelagerten Eisenoxydkrystallen. — Pisani.

	I.	II.	III.	IV.	IVa.	V.
SiO^2	64,30	64,08	64,80	65,75	65,17	65,55
Al^2O^3	19,70	20,70	19,60	20,90	17,70	20,30
Fe^2O^3	0,74	—	—	—	0,50	—
K^2O	15,60	13,75	13,50	13,20	13,86	13,90
Na^2O	0,48	1,27	1,56	1,60	1,64	1,66
CaO	—	—	—	—	0,56	—
MgO	—	—	—	—	0,25	—
Glühverlust	0,35	0,20	0,20	0,20	0,65	—
	101,17	100,00	99,66	101,65	100,33	101,41
Spec. Gew.	2,54	2,55	2,562	2,54	—	2,576

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
SiO^2	64,97	64,80	65,43	65,40	64,70	64,90
Al^2O^3	21,47	19,90	19,58	18,63	19,50	20,92
Fe^2O^3	—	—	0,35	1,09	—	0,28
K^2O	12,20	12,11	12,45	11,75	12,90	10,95
Na^2O	1,78	2,10	2,31	3,25	3,40	3,95
MgO	0,32	—	—	—	—	—
Glühverlust	0,81	0,30	—	—	—	0,20
	101,55	99,21	100,12	100,12	100,50	101,20
Spec. Gew.	2,47	2,548	2,584	2,543	2,58	2,57

Aus diesen Analysen folgt, dass der Mikroklin ein reiner Kalifeldspath ist, und dass somit das Silicat

$$KAlSi^3O^8$$

in zwei dimorphen Modificationen existirt, dem monosymmetrischen Orthoklas und dem asymmetrischen Mikroklin, welche sich in ihren Krystallformen ausserordentlich nahe stehen. Der Mikroklin scheint weniger leicht der Zersetzung unterworfen zu sein, als der Orthoklas, denn es wurde nur ein, und auch nur oberflächlich, kaolinisirter Krystall, ein Amazonit von Brasilien (?), beobachtet.

Die grüne Farbe des Amazonensteins rührt nicht, wie allgemein angegeben, von einer Kupferverbindung (von welchem Metall er keine Spur enthält), sondern wahrscheinlich von einer, in feinen Flocken darin enthaltenen organischen Substanz her, da derselbe stets durch Rothglühen entfärbt wird.

Die Existenz von wirklichen Orthoklasen mit ungefähr gleichviel Natrium und Kalium, obgleich ohne Albiteinschlüsse, wie der opalisirende Feldspath von Frederiksvärn und gewisse Sanidine der Eifel, scheinen zu beweisen, dass es auch einen monosymmetrischen Natronfeldspath giebt.

Was die Aneinanderlagerung paralleler Lamellen von Orthoklas und Mikroklin betrifft, so dürfte sie durch die Aehnlichkeit ihrer Winkel begünstigt sein; sie scheint nicht vorzukommen zwischen dem Orthoklas und Mikroklin einerseits und den anderen asymmetrischen Feldspathen andererseits, welche grössere Winkeldifferenz gegenüber den ersteren zeigen. Unter ihnen ist der Albit der einzige, welcher, zwar in unregelmässig begrenzten Gängen, aber doch so in ersteren eingewachsen vorkommt, dass seine Spaltungsfläche (010) genau in eine Ebene mit derjenigen des umhüllenden Feldspaths fällt.

Albiteinlagerungen in Orthoklas: Der Perthit von Canada zeigt sehr schön dieselben Albitzüge, wie der Mikroklin von Arendal und von Mineral

Hill; er besteht ganz aus weissem Albit und einem durch zahlreiche Eisenoxydlamellen rothgefärbten Orthoklas in abwechselnden Bändern, welche, durch (010) gesehen, den Prismenkanten parallel gehen, durch (001) beobachtet, mit der Kante *MP* einen Winkel von 95—96° bilden; auf basischen Spaltungsflächen unterscheiden sich die gestreiften Albitflächen sehr deutlich von denen des Orthoklases, erstere bilden mit (010) 93°. Die Bänder der beiden Bestandtheile sind hier so breit, dass man von jedem derselben die Lage der optischen Axen sicher constatiren konnte; es wurde der stumpfe Axenwinkel in Oel (für Roth) gefunden: im Orthoklas $2H_0 = 111° — 117°$, im Albit $2H_0 = 93° — 96°$. Nach Gerhard's Analyse sind die rothen Bänder ein Orthoklas mit nur 2,25% *Na*, der weisse ein Albit mit 8,50 *Na* und 3,34 *K*.

Aehnliche Structur zeigen: rother Aventurinfeldspath, Hauptbestandtheil des Granit an der Mündung der Selenga bei Utotschkina unweit Werchne Oudinsk in Ostsibirien; kleine weisse Krystalle von Comb, New-York; ziemlich grosse tafelförmige rothe Krystalle von la Bellière bei Vire, Calvados; Orthoklas von Ceylon; weisse durchsichtige Krystalle, mit Pyroxen und Titanit, von Natural Bridge, New-York (erst bei 50—60facher Vergrösserung deutlich).

Ausserdem zeigen noch viele Vorkommnisse von Orthoklas unregelmässige Einlagerungen von Albit, besonders folgende: 1) Loxoklas von Hammond, New-York; Krystalle, mit Kalkspath, Quarz und Pyroxen, sind im Innern ein breccienartiges Gemenge von Orthoklas und Albit; grünlich-gelbe Krystalle desselben Fundorts zeigen dagegen regelmässige Perthitstructur. 2) Hellgraue, blätterige Massen von Brevig, in welchen der Wöhlerit eingewachsen vorkommt, zeigen, sowohl nach (001), als nach (010) geschliffen, verticale abwechselnde Bänder von Orthoklas und Albit. Der hellgrüne blätterige Orthoklas, welcher mit Oligoklaskrystallen und Magnetkies bei Bodenmais vorkommt, enthält sehr schmale verticale Einlagerungen, durch (010) sichtbar, welche nach ihrer Schwingungsrichtung Albit sind. 4) Weisse Krystalle von la Vilate bei Chanteloube, Haute Vienne, zeigen sehr dünne und unregelmässige Einschlüsse von Albit. 5) Blätteriger graulich-weisser Feldspath von Rabenstein, mit Spaltbarkeit nach einer Prismenfläche. 6) Röthlich-weisse unvollständige Krystalle aus dem grobkörnigen Granit von Karlsbad; nach (001) conglomeratartiges Gemenge von Orthoklas und Albit. 7) Die bekannten losen Zwillinge von Karlsbad sind sehr inhomogen, enthalten aber wenig Albit. 8) Weisse, mehr oder weniger durchsichtige Krystalle von Elba, Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz; nur sehr kleine Albiteinschlüsse, durch (001) rosenkranzförmig, durch (010) als dünne Fäden erscheinend. 9) Grosse röthlich-graue Krystalle aus einem grobkörnigen Gneiss von den Ostpyrenäen, Abhang des Cannigou; Albit in unregelmässigen Partien und in kleinen dünnen verticalen Gängen.

Ganz frei von Albit sind folgende Orthoklase: Adular vom St. Gotthardt und vom Valais (1,5% Na^2O); Adular von Barèges in den Pyrenäen; der Mondstein von Ceylon; Breithaupt's Paradoxit von Euba in Sachsen, dessen optische Axenebene die Symmetrieebene ist, wie beim Valencianit von Guanaxuato in Mexiko, dessen Mittellinie (negativ) 7° mit (001) macht und dessen scheinbarer Axenwinkel in Luft 60—61° (Roth) beträgt; der Murchisonit von Dawlish in Devonshire mit goldfarbigem Schiller auf einer eigenthümlichen Spaltungsfläche, senkrecht zu (010) und unter 73° gegen (001) geneigt, wie eine solche auch vorkommt bei manchen weissen Krystallen von Elba; die mit Lepolith zu Tunaberg vorkommenden, innen durchsichtigen Krystalle, deren optische Axenebene

nur 1—2° von (001) abweicht (0,32% Na^2O); Aventurinfeldspath aus erratischen Blöcken von Hammerfest; der durchsichtige Sanidin von Rockeskyll und Wehr in der Eifel (2—4% Na^2O); der schillernde Feldspath des Zirkonsyenits von Frederiksvärn (7% Na^2O), dessen sehr kleine Einschlüsse*) zweifellos nicht Albit sind (seine optische Axenebene bildet 11° 58′ mit der Basis).

Was die früher bekannten asymmetrischen Feldspathe, Albit, Oligoklas, Labrador und Anorthit, betrifft, so ist deren optische Unterscheidung bereits 1875 gegeben worden (Des Cloizeaux, s. l. propr. opt. biréfring. caractéristiques des quatre principaux Feldspaths tricliniques. — Annales de chim. et de phys., 5 sér. t. IV). Zu jener Untersuchung sei noch folgendes bemerkt:

Albit. Zuweilen, wie beim Peristerit von Canada, besteht das eine System von Zwillingslamellen aus so schmalen Streifen, dass die Bestimmung seiner Auslöschungen unmöglich ist; wo aber dieselben breiter sind, oder der ganze Zwilling nur aus zwei Krystallen besteht, wie bei den durchsichtigen Albiten vom Dauphinée, der Schweiz, Tirol, von Karabinsk im Ural, Arendal und Snarum, schneiden sich deren Auslöschungen unter 7° 37′ bis 8° 54′, wenn man genau senkrecht zur Zwillingsebene geschliffen hat; die zur ersten Mittellinie senkrechte Ebene schneidet die Basis demnach in einer Richtung, welche mit der Kante *MP* 3° 49′ bis 4° 27′ einschliesst; in den grünlichgrauen blättrigen Massen von Moriah (Essex, New-York), im schillernden Peristerit von Perth und Bathurst in Canada, im Tschermakit von Bamle in Norwegen und im Olafit von Snarum ist dieser Winkel etwas grösser zwischen 3° 54′ und 4° 51′; in einem rissigen, derben, zum Theil durchsichtigen, zum Theil kaolinisirten Albit von St. Vincenz in Steiermark ist er dagegen nur 2° 54′. Nach diesen Daten bildet die Ebene, welche senkrecht zur ersten Mittellinie steht, mit (001): 79°, mit (1$\bar{1}$0): 59½°, mit (010): 15⅓°; der Durchschnitt der Axenebene auf (010) bildet mit der Kante *MP* 18¾°; diese Angaben gelten für weisses Licht, die Differenzen für verschiedene Farben sind meist kleiner, als die Beobachtungsfehler. Die Auslöschungsrichtung in Platten parallel (010) bildet mit der Kante *MP* im durchsichtigen Albit von Tirol im Mittel 19° 58′, in den Krystallen von Roc Tourné in Savoyen 18° 31′ bis 20° 30′, im Olafit 19° 16′ bis 19° 40′, im schillernden Peristerit von Perth 15° 33′ bis 16° 36′. Die Krystalle des Olafit bilden knieförmige Zwillinge, welche mit (100) = $\infty \bar{P} \infty$ verwachsen sind, und in denen die basischen Spaltungsflächen der beiden Krystalle 127° mit einander bilden, daher diese beiden Flächen bei unvollkommenen Exemplaren ohne Untersuchung der Spaltbarkeit oder des optischen Verhaltens leicht für (001) und ($\bar{1}$01) eines einfachen Krystalls genommen werden können.

Oligoklas. Im Schliff parallel (001) sind die Zwillingslamellen meist von gleichmässigerer Breite, als beim Albit; ihre Schwingungsrichtungen bilden einen sehr spitzen Winkel, 2—4° (Oligoklas im Granit von Aegypten, Oligoklas im Magnetkies von Tilasiuwuori in Finnland, von Bamle in Norwegen, weisse Oligoklas-Krystalle von Arendal, blättriger durchsichtiger Oligoklas von Mineral Hill in Pennsylvanien). Dünne Platten nach (010) zeigen Auslöschungen, welche zwischen einer der Kante *MP* parallelen und einer 6—7° dagegen geneigten Richtung schwanken; am grössten ist der letztere Winkel beim Sonnenstein von Tvedestrand (5° bis 5° 30′) und beim Oligoklas von Mineral Hill (5° 52′ bis 6° 57′).

---

*) Vergl. über dieselben auch Rosenbusch, Mikrosk. Physiographie, S. 888.

Eine zur ersten Mittellinie senkrechte Platte ist also ungefähr parallel der Kante *MP*. Mittelst Platten parallel (001) ist demnach der Oligoklas nicht leicht vom Albit, wohl aber mittelst Platten || (010), zu unterscheiden.

Andesin. Dieser verhält sich sehr ähnlich dem Oligoklas. Im basischen Schliffe ist der Winkel, welchen die Auslöschungen der Zwillingslamellen mit einander bilden, $2-6^0$ (Château-Richer in Canada, Telham in Massachusetts, And. im Porphyr von Esterel, Dep. du Var); im brachydiagonalen Schliffe ist der Winkel der Schwingungsrichtung mit der Kante *MP* $2-5^0$, aber nur sehr ungenau zu bestimmen. Optisch ist demnach der Andesin nicht vom Oligoklas zu unterscheiden.

Labrador. Der Winkel, welchen die Auslöschungen der Zwillingslamellen (von denen oft die des einen Systems viel schmäler sind, als die des andern) im Schliff nach (001) mit einander bilden, ist hier grösser, von $10^0\ 12'$ bis $14^0\ 30'$ (Küste Labrador, Lojo in Finnland). Im Schliff || (010) erblickt man in dem schillernden Labrador von der Paulsinsel die bekannten, nach der Verticalaxe verlängerten Einschlüsse (welche in dem von Lojo fehlen), ferner Sprünge nach (001), manchmal noch feine Spalten mit verzerrten Rändern, theils gegen die ersteren nach vorn unter 20^0, theils nach hinten unter 33^0 geneigt; die Schwingungsrichtung solcher Schliffe zeigt bei manchen einen Winkel von $27-28^0$ mit der Kante *MP*, bei andern einen von $16-20^0$, wie im Albit; den letzteren Werth findet man auch bei denen von Finnland. Darnach muss eine zur ersten Mittellinie senkrechte Platte mit (001) 56^0, mit (010) $31\frac{1}{2}^0$, mit (110) 45^0 bilden. Es geht hieraus hervor, dass der Labrador durch Schliffe nach (010) nicht sicher vom Albit unterschieden werden kann, wohl aber durch solche nach der Basis, sowie durch Bestimmung der Lage der ersten Mittellinie und der Dispersion der Axen.

Anorthit. Bei den durchsichtigen Krystallen vom Vesuv, sowie dem Anorthit von Höjden in Schweden und Bjernå in Finnland, schwanken die Winkel zwischen den Auslöschungen der beiden Lamellensysteme von 57^0 bis 74^0 und sind oft nicht gleich gross zu beiden Seiten der Kante *MP*. Parallel (010) geschnitten, zeigen die Krystalle von der Somma und der St. Paulsinsel eine Maximalauslöschung, deren Winkel mit jener Kante zwischen 33^0 und $46\frac{2}{3}^0$ variirt. Grosse durchsichtige weisse Krystalle der Form: (110) (010) $(1\bar{1}0)$ (001) $(\bar{2}01)$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ $(\bar{1}11)$, welche mit grünem Pyroxen und blättrigem Kalkspath im Steinbruch von Höjden in Schweden vorkommen, zeigen im brachydiagonalen Schliff feine, nach vorn gegen die Kante *MP* $18^0\ 48'$ geneigte Lamellen; die ganze Masse besitzt aber einerlei Auslöschung, $32\frac{2}{3}^0$ gegen dieselbe Kante geneigt (eine einzige Platte zeigte $24\frac{1}{2}^0$). Der grünlichweisse Anorthit von Bjernå, welcher aus grossen unvollkommenen Krystallen mit Kernen von Quarz besteht, zeigt ähnliche Lamellen, aber nur $13\frac{1}{2}^0$ gegen die Kante (001) (010) geneigt; die Schwingungsrichtung der Masse bildet mit dieser Kante 27^0 bis 36^0. Wenn demnach auch die Schwankungen der Auslöschungsrichtungen bei allen Anorthiten sehr gross sind, so ist das Mineral doch von den anderen asymmetrischen Feldspathen dadurch leicht zu unterscheiden, dass die Winkel jener Richtungen mit der Kante *MP* weit grössere sind.

Auf diesem Wege gelang die Bestimmung des Feldspaths als Anorthit in mehreren skandinavischen Gesteinen, nämlich: 1. im Eukrit von Hammerfest, einem grobkörnigen Gemenge von braunem Augit und graulich weissem Anorthit, dessen Auslöschungen || (001) mit der Kante *MP* $24-29^0$, || (010) 32^0 einschliessen. Dem entsprechend ergab die Analyse des Herrn Pisani:

SiO^2	46,80
Al^2O^3	35,20
CaO	14,70
MgO	0,73
K^2O, Na^2O	1,76
Glühverlust	1,62
	100,81

2. Ganz ähnlich zusammengesetzt ist der Eukrit von Rådmansön bei Stockholm, dessen Feldspathgemengtheil ein graulicher Anorthit mit Schwingungsrichtungen, welche ‖ (001) 26° bis 34°, ‖ (010) $34^1/_2$° mit der Kante *MP* bilden, ist; dessen Analyse von Oeberg (Chem. u. min. Beschr. des Eukrit von Rådmansön in Upland; Inaug. diss. Upsala 1872) ergab:

SiO^2	43,89
Al^2O^3	34,82
Fe^2O^3	0,70
CaO	18,63
MgO	0,45
Na^2O	1,47
K^2O	0,17
Glühverlust	0,69
	100,82

Der Lepolit im Magnetkies von Tunaberg ist, wie man bereits annahm und wie auch die Analyse von Walmstedt (Mineralanalytiska Studier, Ups. 1849) bewies, ein oberflächlich zersetzter Anorthit. Dünnschliffe nach (001) zeigen verwaschene Querbanden und wenige schmale Zwillingsstreifen ‖ *M*; wie bei allen Anorthiten, ist der Winkel, welchen die Auslöschungsrichtung dieser mit der Kante *MP* bildet, verschieden von dem entsprechenden in der Hauptmasse; ersterer ist 25°, letzterer 34°. Bei Lojo in Finnland findet sich mit Magnetkies ein Anorthit, dessen basische Schliffe zwei Systeme von Spalten, nach (010) und (100), und eine Schwingungsrichtung unter $25^1/_2$° gegen erstere geneigt, zeigen, während derselbe im Schliff nach (010) in zwei, der Kante *MP* genau parallele Streifensysteme getheilt erscheint, deren Auslöschungen mit jener Kante $14^1/_2$° (die schmäleren) resp. $27^1/_2$° (die breiteren) einschliessen.

Der Esmarkit, ein kieselsäurereicher Anorthit (vergl. Des Cloizeaux, Ann. d. chim. et d. phys. 4. sér. t. XVIII, 1869), der in bläulichgrünen blättrigen Massen zu Bamle in Norwegen vorkommt, zeigt im basischen Schliff Zwillingslamellen, deren Auslöschungsrichtungen sehr variiren, sie bilden mit der Brachydiagonale 15° bis 35°, mit einander 42° bis 57°. Im Schliff ‖ (010) erblickt man schmale Streifen, welche gegen die Basis 13° 58′ nach vorn geneigt sind (das Hemidoma (207) bildet mit (001) 11° 20′), und deren Auslöschungen oft mit denen der Hauptmasse zusammenfallen; in diesem Falle ist deren Schwingungsrichtung gegen die Axe *a* 28—34° geneigt; in andern Fällen aber nur 20—30°, die der Zwillings(?)lamellen über 30°.

Der Polyargit von Tunaberg, in kleinen blättrigen rosenrothen Massen im Quarz eingewachsen, ist Anorthit von nicht so weit vorgeschrittener Zersetzung, als nach seinem Wassergehalt zu erwarten wäre. Die Schliffe nach den ziemlich glänzenden basischen Spaltungsflächen zeigen zwei Systeme von Zwillingslamellen, von denen die Auslöschungen der breiteren 20—$20^1/_2$°, die der schmäleren 42—

$43^1/_2{}^0$ mit der Zwillingsebene bilden. In dünnen Platten || (010) sieht man ausser den Sprüngen nach der Basis andere, sehr feinen Bändern entsprechend, welche mit der Brachydiagonale 15° 20′ einschliessen; die Auslöschung der übrigens homogenen Masse schneidet jene Axe unter $37^1/_2{}^0$.

Der Pyrrholit von Tunaberg stimmt ganz mit dem vorigen überein, nur ist er weniger homogen; durch einen basischen Schliff wird das polarisirte Licht nur stellenweise und unvollkommen ausgelöscht unter Winkeln von 25 — 34° gegen die Axe a; nach (010) verhält er sich ähnlich, wie der Polyargit.

Der Amphodelit von demselben Fundort, von violetter Farbe, scheint sehr ähnlich beschaffen, aber stärker zersetzt zu sein. Durch die noch deutliche basische Spaltungsfläche zeigt er eine mikrokrystallinische, fast einfach brechende Masse mit einzelnen Sprüngen, wohl von der Spaltbarkeit nach (010) herrührend, sowie frischere Partien, deren Auslöschungsrichtung jene Sprünge unter 20—40° schneidet, und in welchen dieselben verwaschenen breiten Banden vorkommen, wie im Anorthit von Höjden.

Der Tankit, obgleich in wohlausgebildeten, nach P und M spaltbaren Krystallen vorkommend, ist fast ebenso zersetzt, als der Amphodelit. Im Schliff zeigt er nur einzelne Partien von unvollkommener Auslöschung in einer trüben und fast einfach brechenden Masse, und keine Zwillingslamellen.

Ref. P. Groth.

18. **E. Bertrand** (in Paris): **Krystallform des Friedelit** (Note s. l. forme crist. de la Friedelite, Paris 1876, 1 p. separ. erschienen). Das vom Verfasser unter dem Namen Friedelit beschriebene*) rosenrothe Mineral aus den Manganerzgruben von Adervielle, Thal von Louron im Dep. H. Pyrénées, von der Zusammensetzung $Mn^4Si^3O^{10} + 2H^2O$ (Härte 4—5, spec. Gewicht 3,07), stand damals nur in derben Massen zur Verfügung, an welchen lediglich festgestellt werden konnte, dass die Substanz einaxig, mit negativer Doppelbrechung, sei und nach der Basis spalte. Seitdem haben sich auch messbare Krystalle gefunden, nämlich Combinationen des Rhomboëders $\varkappa(10\bar{1}1) = R$ mit der Basis $(0001) = oR$ und dem Prisma $(10\bar{1}0) = \infty R$; es wurde gemessen: $(10\bar{1}1)(0001) = 33^0$: daraus folgt die Polkante des Rhomboëders 56° 18′ und das Axenverhältniss

$$a : c = 1 : 0,5624.$$

Die Krystalle kommen zusammen mit Manganspath und Manganblende vor.

Ref. P. Groth.

19. **Ders.: Die Krystallform des Melinophan** (Note s. l. f. crist. du mél. — Compt. rend. 9. Oct. 1876). Von diesem Mineral, $(Ca, Be, Mg)^6Si^5O^{16} + NaF$, von Brevig wurden ausgebildete Krystalle gefunden, Combinationen einer flachen tetragonalen Pyramide $(111) = P$ mit derjenigen zweiten Ordnung $(101) = P\infty$. Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 0,6584.$$

		beobachtet	berechnet
$(111)(\bar{1}11)$	Polk.	57° 40′	57° 37′
$(111)(11\bar{1})$	Basisk.	94° 5′	—
$(101)(10\bar{1})$	»	113° 34′	113° 17′

*) Compt. rend. d. S. d. l'Ac. d. Sc. 15. Mai 1876.

Die Krystalle rühren von einem Handstück des gewöhnlichen grossblättrigen Melinophan her, welches an einer Stelle aus einem körnigen Aggregat kleiner Krystalle bestand, welche übrigens keine verticale Spaltbarkeit zeigten, daher die entsprechende Theilbarkeit des derben Minerals wohl schaalige Zusammensetzung sein dürfte.

Ref. P. Groth.

20. G. Grattarola (in Florenz): **Mineralog. Notizen** (Note mineralogiche. — Bollet. d. R. Comit. Geolog. 1876, No. 7—8).

Hydrocastorit, ein neues Mineral von Elba. Dasselbe kommt als weisse mehlige Masse neben Beryll, rothem, polychromem und schwarzem Turmalin, Castor und Pollux, in den Turmalinführenden Granitgängen von San Piero in Campo vor; es umhüllt Kerne von Castor, aus welchem es hervorgegangen; denn in der Nähe jener Kerne wird es compakter, und unter dem Mikroskope sieht man noch unzersetzte Castorstückchen, während das Uebrige aus feinen Nadeln besteht, die z. Th. noch, als fasriges Aggregat zusammenhängend, die Form jener Stücke bewahrt haben; bei starker Vergrösserung erscheinen die kleinen Prismen bald gerade, bald schräg abgestumpft, und letztere Fläche bildet mit der Axe des Prisma 70°. Im polarisirten Lichte doppelbrechend*). Härte 2, spec. Gew. 2,16. Die Substanz, nicht ganz frei von fremden Beimengungen zu erhalten, ergab:

H^2O	14,66 %
$Si\,O^2$	59,59
Al^2O^3	21,35
$Ca\,O$	4,38
	99,98

Die Zersetzung des Castor hat also unter Aufnahme von Wasser, Abgabe von Lithium und Aufnahme von Kalk, welcher wahrscheinlich vom Oligoklase des Granites herrührt, stattgefunden.

Andalusit von Alzi bei San Piero in Campo. Das Mineral tritt in dem weissen Feldspath-Gestein auf, entweder als Prismen ohne Endflächen, oder in radialfaserigen Gruppen. Die Form der ersteren ist 110 (∞P), 001 (oP) und 210 ($\infty P\bar{2}$) mit dem Winkel 130°. In allen Krystallen ist ein innerer dunklerrosa gefärbter Kern, während die Hülle eine grünliche Farbe zeigt. Sp. G. 3,244.

Die Analyse lieferte folgende Zahlen:

H^2O	1,58
$Si\,O^2$	39,16
Al^2O^3 mit etwas Fe_2O_3	58,33
	99,07.

Die Analyse giebt einen Ueberschuss an $Si\,O^2$.

Pinit entsteht aus dem Andalusit durch Umwandlung, und ist die obenerwähnte grünliche Hülle desselben. $H = 2,5$. Zu unterscheiden ist eine hellgrüne Varietät mit dem sp. G. = 2,75 und eine dunkelgrüne mit dem sp. G. = 2,86.

Die Analysen ergaben:

*) Die Auslöschungen sind den Längsrichtungen der Nädelchen parallel, daher diese wohl für rhombisch zu halten. Der Ref.

SiO^2	52,50	49,40
Al^2O^3	19,57	18,80
Fe^2O^3	4,94	16,41
K^2O	7,71	6,63
Na^2O	6,23	2,17
H^2O	7,80	6,87
	98,75	100,28

Magneteisen pseudomorph nach Eisenglanz. Zwischen Calamita und Longone kommen Pseudomorphosen vor, welche den gewöhnlichen Habitus der Eisenglanzkrystalle von Rio besitzen; besonders ist die Basis stark entwickelt. Dabei sind die Krystalle sowohl an ihrer Oberfläche, wie auch innerlich aus kleinen Magneteisen-Octaëdern gebildet.

Fahlerz von Bottino. Die Krystalle dieses Minerals sitzen auf den bekannten Kupferkiesen und erreichen $^1/_2$ Cm. im Durchmesser. Es sind Triakistetraëder, die aber nicht messbar sind wegen der starken Streifung und der Krümmung ihrer Flächen. An einem Stück ist neben Kupferkies und Fahlerz noch Bleiglanz von der Combination $\infty O \infty$, ∞O (100, 101) beobachtet worden.

Magnetkies von Bottino. Im Florentiner Museum befinden sich zwei unvollkommen ausgebildete Krystalle dieses Minerals, welche hellbronzene Farbe, die Härte = 4 und das sp. Gew. = 4,53 (wegen eingeschlossenen Bleiglanzes etwas zu hoch) besitzen. Dieselben zeigen vorherrschend (0001) = oP, eine stark gestreifte hexagonale Pyramide, deren ungefähre Messung auf $(10\bar{1}1) = P$, Basiskante 90° 16', hinweist, und Andeutungen des Prisma $(10\bar{1}0) = \infty P$. Spaltbarkeit (0001) und $(10\bar{1}0)$. Die Krystalle sind stärker magnetisch, als die von Bodenmais*).

Goslarit von Capanne Vecchie. Es sind Aggregate von feinen nadelförmigen weissen Krystallen mit einem Stich ins Gelbliche oder Rosenrothe, welche krystallographisch nicht bestimmt werden konnten. Sie sind vollkommen löslich in Wasser. Die Analyse ergab die Zusammensetzung des Goslarits. Das sp. Gew. wurde in Oel bestimmt und = 1,95 gefunden.

Eisenspath von San Giovanni (Valdarno). Die kleinen braunen Kryställchen sitzen im Brauneisenstein, welcher seinerseits mit dem Lignit von Castelnuovo dei Sabbioni wechsellagert. Die Combination, in welcher die Eisenspathkrystalle auftreten, ist ein spitzes Rhomboëder mit der Basis und verleiht ihnen das Aussehen von Octaëdern.

Die Analyse ergab:

CO_2	32,90
H_2O	6,40
FeO	53,90
Fe_2O_3	6,30
Unlösl. Rückstand	0,34
	99,84

*) Hr. A. d'Achiardi theilt über dasselbe Vorkommen in einem Briefe an den Herausgeber Folgendes mit: »Den Magnetkies von Bottino (Seravezza) habe ich in d. J. in einem einzigen Exemplare, einem tafelförmigen Krystall von 22 mm. Durchmesser, aufgefunden; es ist eine Combination von (0001) = oP, $(20\bar{2}1) = 2P$ (neu) $(60\bar{6}1) = 6P$ (neu) und einer stumpferen Pyramide, wahrscheinlich die primäre; es wurde beobachtet: $(60\bar{6}1):(0001) = 80° 32'$«.

In der Nähe des Lignites nehmen die Krystallgruppirungen eine kammförmige Gestalt an.

Brauneisenstein pseudomorph nach Eisenspath von Stigliano (Senese). Diese Pseudomorphosen kommen auf den Bruchflächen eines Gesteins vor, welches hauptsächlich aus Quarzbruchstücken, die miteinander fest cementirt sind, und kleinen silberweissen Schüppchen (wahrscheinlich Talk) besteht. Die Krystallflächen sind rauh. Mit dem Anlegegoniometer wurden Werthe ermittelt (107° für $R : R = 10\bar{1}1 : \bar{1}101$ und 136° für $R : oR = 10\bar{1}1 : 0001$), welche auf die Form des Eisenspathes führen. Im Inneren zeigen die Pseudomorphosen keine Spur der ursprünglichen Spaltbarkeit mehr. Die Analyse ergab die Zusammensetzung des Brauneisensteins.

Ref. A. Arzruni.

21. G. Uzielli (in Rom): **Ueber Baryt und Eisenoxyd von Calafuria** (Sopra la baritina e il ferro oligisto di Calafuria. R. Acc. Lincei t. 3. Ser. II. Roma. 4. Giunio 1876).

An genanntem Orte, bei Livorno in der Nähe der Küste, findet sich in Gängen, welche in Sandsteinen der Kreide und des Eocän aufsetzen, Baryt in tafelförmigen Krystallen, an welchen immer 001 (oP) und 110 (∞P) vorherrschen, aber auch die Flächen 111 (P), 105 ($\frac{1}{5}P\bar{\infty}$), 102 ($\frac{1}{2}P\bar{\infty}$), welche bereits von Della Valle (Sulla Baritina di Calafuria. Nuovo Cimento, t. XX) angegeben worden sind, vorkommen. Der Verfasser beobachtete ausserdem 010 ($\infty P\breve{\infty}$), 011 ($P\breve{\infty}$), 104 ($\frac{1}{4}P\bar{\infty}$), 122 ($P\breve{2}$)? In den Barytkrystallen sind eingeschlossen: a) eine gelbe Substanz, welche schon Della Valle für Cervantit (Antimonocker) erklärt; b) nadelförmige Kryställchen von Antimonglanz; c) eine dunkle, manchmal unregelmässige Fragmente bildende Substanz, welche aber meist zwei, verschieden gross entwickelte Tetraëder zeigt und entweder Zinkblende oder Fahlerz ist; endlich d) sind auch Höhlungen beobachtet worden, welche durch die Zersetzung der Antimonglanzkrystalle entstanden zu sein scheinen. An demselben Orte kommt in einer Zone im Sandstein unregelmässig vertheilt Eisenoxyd, z. Th. in ausgebildeten Krystallen, vor. Dieselben sind tafelförmig durch das Vorherrschen stumpfer abgeleiteter Rhomboëder, aber stets sind auch die glänzenden Flächen des Hauptrhomboëders sichtbar. Beobachtet wurden die Formen: $\varkappa(10\bar{1}1) = R$, $(22\bar{4}3) = \frac{4}{3}P2$, $\varkappa(10\bar{1}4) = \frac{1}{4}R$, $\varkappa(\bar{1}108) = -\frac{1}{8}R$, von denen die beiden letzteren in den linsenförmigen Krystallen vorherrschen; zarte Streifungen gehen nach $(11\bar{2}0) = \infty P2$. Das Vorkommen von Eisenglanz in Sandsteinen ist zwar selten, aber doch schon beobachtet worden.

Ref. A. Arzruni.

22. A. Daubrée (in Paris): **Ueber das gediegene Eisen von Ovifak.** (Observations sur la structure intérieure d'une des masses de fer natif d'Ovifak. — Comptes rendus de l'Academie des sciences de Paris. No. 2. (8 Janvier 1877.) p. 66.) Eine 90 Kilogramm schwere Eisenmasse, welche der Verfasser von Hrn. Nordenskjöld erhielt, wurde durchschnitten; die etwa 800 Quadr. Cm. grosse Platte zeigte, dass die Masse nicht homogen sei, da mitten in der grauen metallischen Masse einzelne Silikatpartien von dunkler Farbe eingestreut vorkommen. Der metallische Theil ist kein metallisches Eisen, da er sehr bröcklich ist und

leicht zu einem dunkelgrauen Pulver zerstossen werden kann; derselbe ist trotz seiner einheitlichen Farbe aber auch nicht homogen, wovon man sich leicht durch Behandlung einer angeschliffenen Fläche mit Säure überzeugen kann. Die Analyse bestätigte, dass es ein Gemenge sei, bestehend aus Eisen, Kohlenstoffeisen, Kohlenstoff und Eisenoxyd. Die Silikatpartien gehören zweierlei Typen an: einerseits sind es eckige Fragmente, deren über 60 auf jeder der beiden Flächen aufgezählt werden konnten und die eine Grösse von 7—8 Cm. erreichen; andrerseits sind es kleine unregelmässige Partien, deren Grösse 1 Mm. nicht übersteigt und die zu einem Netzwerk zusammengehäuft sind. Dieselben sind auch nicht homogen, zeigen vielmehr unter dem Mikroskop neben vereinzelten metallischen Körnern und einer schwarzen Masse, noch farblose Partien, welche Hr. Des Cloizeaux als Anorthit erkannte, was übrigens bereits die HHrn. Nauckhoff und Tschermak beobachtet hatten. Das Ganze sieht einer Eisenluppe sehr ähnlich. Die Gestalt der Silikatpartien zeigt, dass die Masse ohne geschmolzen gewesen zu sein durch Druck zusammengebacken ist. Diese Annahme allein kann das gleichzeitige Vorhandensein von Kohlenstoffeisen und Eisenoxyd erklären, welche sich ja bei einer höheren Temperatur zersetzt haben würden.

Sollten derartige kohlenhaltige Massen in den Tiefen der Erde vorkommen, so würden sie das Auftreten von Kohlenwasserstoffen an den Vulkanen erklären. Nicht alle Meteorite von Ovifak gehören diesem Typus an, welcher dem Meteorite von Sierra de Deesa in Chili besonders nahe kommt; zwei andre Stücke bestehen das eine ganz, das andre zum kleinen Theil aus Eisen. Wird eine Partie aus dem Inneren des Meteoriten angeschliffen, so erscheinen nach einigen Tagen auf der glatten Fläche Tropfen von Eisenchlorür mit etwas Eisenchlorid, welch letzteres anfänglich in sehr geringen Mengen vorhanden ist, und die Präexistenz des Eisenchlorürs wahrscheinlich macht. Nach einiger Zeit hört das Ausschwitzen von Tropfen gänzlich auf.

Das Eisenchlorür ist auf der Erde noch nicht gefunden worden, was seiner Unbeständigkeit zuzuschreiben ist, und in vulkanischen Gasmassen ist bloss Eisenchlorid constatirt worden, dagegen hat Lawrence Smith das Eisenchlorür in festen Körnchen im Meteorite von Tazewell beim Zerbrechen desselben beobachtet. Ob die Eisenmassen von Ovifak tellurischen oder kosmischen Ursprungs sind, ist noch nicht entschieden, bekannt ist aber, dass Körper beiderlei Ursprungs einander sehr nahe stehen können; z. B. erhielt der Verfasser durch Reduction eines Olivins aus der basaltischen Lava von Langeac eine graue Schmelze mit Graphitblättchen, deren sp. Gew. = 6,955 bei 23⁰ und deren Zusammensetzung nach einer Analyse von Hrn. Terreil folgende war:

Fe	89,96
Mn	0,66
Cr	1,60
Ni	1,16
Co	merkliche Spuren
Cu	0,11
gebundener *C*	1,73
freier *C*	2,61
Si	2,30
S	Spuren
	100,13.

Ref. A. Arzruni.

23. A. Daubrée (in Paris): **Ueber einen in Algier gefallenen Meteorit.** (Note sur la chute d'une météorite, qui a eu lieu le 16 Août 1875 à Feid-Chair, dans le cercle de La Calle, province Constantine. C. r. Acad. sciences Paris, No. 2, 1877. p. 70.) Nach dem Falle, welchem ein Donnern ohne Blitz voranging, prallte der Meteorit zurück und bohrte sich in einer Entfernung von 30 Meter in die Erde ein. An seiner Oberfläche bietet er nichts Bemerkenswerthes, ausser den Rinnen, welche die Richtung, in der die Rinde geflossen war, andeuten. Der Meteorit gehört zu der Klasse der eisenarmen, besteht aus einer hellgrauen Silikatmasse, auf der metallisch-glänzende Körnchen zerstreut sind, welche theils Nickel-haltiges Eisen, theils Troïlit sind. In Schliffen kann man auch noch schwarze Theilchen beobachten. Die Silikatmasse ist doppelbrechend, es sind darin aber keine Krystalle zu erkennen; sie scheint aus Olivin und Enstatit zu bestehen, wie die Behandlung mit Säuren zeigt. Der Meteorit von Feid-Chair kommt hauptsächlich denen von La Baffe Heredia, Canellas und Kjetree nahe.

Ref. A. Arzruni.

24. H. E. Roscoe (in Manchester): **Ueber zwei neue Vanadinverbindungen** (On two new Vanadium Minerals. — Proceed. of the Roy. Soc. 1876, Vol. XXV, 109).

1. **Roscoëlit.** Dieses glimmerartige Mineral kommt in einer Goldgrube bei Granit Creek, Eldorado Cty., Californien, mit metallischem Gold in schmalen Spalten plattigen Porphyr's als blättrige talkähnliche graugrüne Masse vor; H. 1.: Gew. 2,902. Die Analysen ergaben:

	I.	II.
SiO^2	41,25	—
V^2O^5	28,85	28,36
Al^2O^3	14,34	13,94
Fe^2O^3	1,04	1,23
Mn^2O^3	1,45	0,85
CaO	0,61	0,62
MgO	1,96	2,06
K^2O	8,25	8,87
Na^2O	0,72	0,92
H^2O	0,94	1,22
Hygroskop. Wasser	2,12	2,42
	101,53	

Wenn man einen Theil des Al^2O^3 durch Fe^2O^3 und Mn^2O^3, einen des K^2O durch Na^2O, CaO und MgO ersetzt annimmt, so führen die Analysen*) auf die Formel:

$$4\,AlVO^4 + K^4Si^9O^{20} + H^2O,$$

welche erfordert:

SiO^2	41,18
V^2O^5	27,63
Al^2O^3	15,59
K^2O	14,24
H^2O	1,36

*) Diese Analysen differiren im SiO^2- und V^2O^5-Gehalt erheblich gegen diejenigen Genth's (Amer. Journ. of Sc. 1876. Nr. 76).

2. Mottramit. Krystallinische Krusten, aus kleinen schwarzen Krystallen zusammengesetzt, auf Keupersandstein zu Alderley Edge, zu Mottram St. Andrew's in Cheshire etc.; in dünnen Schichten gelb durchsichtig; Str. gelb; H. 3. Gew. 5,894.

Zusammensetzung:	I.	II.
V^2O^5	16,78	17,49
PbO	50,49	51,45
CuO	19,72	18,48
$(Fe, Zn, Mn)O$	2,52	2,52
CaO	2,61	1,64
MgO	0,37	0,16
H^2O	3,63	3,63
Hygroskop. Wasser	0,22	0,22
SiO^2	0,87	1,25
	97,21	96,84

Zieht man SiO^2, CaO, MgO, FeO etc. als Beimengungen ab, so gelangt man zu der Formel:

$$(Pb, Cu)^3V^2O^8 + 2(Pb, Cu)(HO)^2,$$

welche bei äquivalenten Mengen Cu und Pb erfordert (A), während, auf 100 berechnet, gefunden wurden (B):

	A	B
V^2O^5	18,74	18,87
CuO	20,39	21,02
PbO	57,18	56,12
H^2O	3,69	3,99

Der Mottramit bildet das dritte Glied einer unzweifelhaft isomorphen Reihe:

Dihydrit	$Cu^3P^2O^8 + 2$	$Cu(HO)^2$
Erinit	$Cu^3As^2O^8 + 2$	$Cu(HO)^2$
Mottramit	$(Cu, Pb)^3V^2O^8 + 2$	$(Cu, Pb)(HO)^2$

Ref. P. Groth.

25. **A. Weisbach** (in Freiberg): **Ueber die Krystallform des Walpurgin** (Neues Jahrb. f. Min. und Geol. 1877, S. 1 f.). Das vom Verfasser (N. Jahrb. f. Min. 1871, S. 869) unter dem Namen Walpurgin beschriebene Mineral,

$$BiAsO^4 + UAsO^4 + 2H^4Bi^2O^5 + H^2U^2O^4,$$

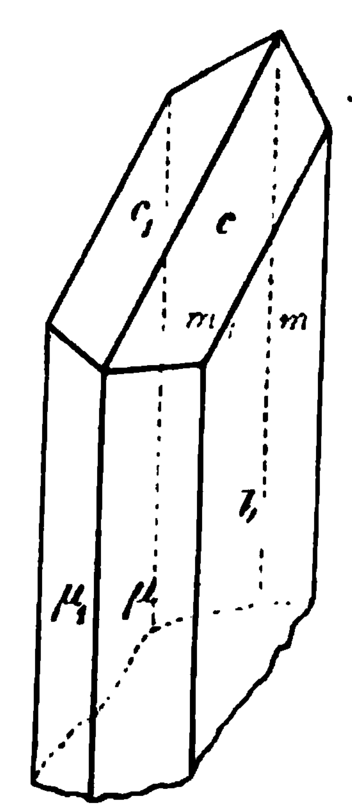
hat bei der krystallographischen Untersuchung folgende Resultate geliefert:
Krystallsystem: asymmetrisch;
Axenverhältniss:

$$a : b = 0,6862 : 1.$$

Im rechten oberen Oktanten sind die wahren Winkel der Axenebenen und der Axen:

$$A = 70^0\,53' \quad \alpha = 70^0\,44'$$
$$B = 114^0\,1' \quad \beta = 114^0\,8'$$
$$C = 86^0\,6' \quad \gamma = 85^0\,30'$$

Die kleinen Krystalle sind stets Zwillinge nach $b = (010) = \infty\breve{P}\infty$, und zwar erscheinen sie sehr ähnlich einfachen Krystallen von Gyps (s. Fig.); sie sind tafelförmig nach $b = (010)$, der Zwillingsebene, welche zugleich Verwachsungsfläche ist, oben begrenzt von einem scheinbaren Klinodoma, welches von den symmetrisch entgegengesetzt geneigten Basisflächen c und $c' = (001) = oP$ der beiden an einandergewachsenen Krystalle gebildet wird; die Zwillingsnatur zeigt sich dadurch, dass von den verticalen Prismenflächen das hintere Paar $m m_1$ einen stumpferen Winkel (62° 30′ Mitt.) bildet, als das vordere $\mu \mu_1$ (72° 18′); es sind nämlich die ersteren die Flächen $(110) = \infty P'$, die letzteren $(1\bar{1}0) = \infty' P$ der beiden entgegengesetzten Krystalle des Zwillings. Das untere Ende, an welchem der einspringende Winkel der Basisflächen auftreten müsste, ist niemals ausgebildet, dagegen erscheint zuweilen das Makropinakoid $(100) = \infty\bar{P}\infty$, dessen Flächen, da sie an den beiden Krystallen einen sehr stumpfen Winkel mit einander bilden, fast als eine einzige erscheinen, die jedoch manchmal durch eine in einer mittleren verticalen Linie zusammenstehende federförmige Streifung ihre Zusammensetzung aus zwei Flächen documentirt. Meist sind beide Hälften des Zwillings von gleicher Dicke und dann erscheint er ganz, wie ein einfacher Krystall, so wie ihn die Figur darstellt; an einigen wurde jedoch zwischen den Prismenflächen eine, von dem entgegengesetzten prismatischen Paar gebildete, verticale Rinne beobachtet. Die wichtigsten Winkel sind folgende:



(110)	(010)	=	59° 2′
(1$\bar{1}$0)	(010)	=	53 50
(001)	(010)	=	70 52
(001)	(110)	=	80 40
(001)	(1$\bar{1}$0)	=	82 59

Ausserdem tritt in der Zone (001) (010) noch ein sehr stumpfwinkeliges Hemidoma auf, welches mit (001) 2° 9′, mit (010) 73° 1 einschliesst.

Das spec. Gew. des Walpurgin wurde zu 5,76, die Härte zu $3^1/_2$ bestimmt.

Zusatz d. Ref. Veranlasst durch den Umstand, dass in obiger Arbeit zuerst die Krystalle als einfache und das System als monosymmetrisch, erst in der Nachschrift letzteres als asymmetrisch bestimmt ist, hat der Ref. versucht, den Beweis für das letztere auf optischem Wege zu liefern. Es wurde ein derartiger, scheinbar einfacher Krystall senkrecht zur vermeintlichen Symmetrieebene b und parallel der Verticalaxe angeschliffen, und erwies sich dieser in der That im polarisirten Licht als ein ausgezeichnet regelmässiger Zwilling, der von der Verwachsungsfläche genau senkrecht halbirt wurde; die Schwingungsrichtungen der beiden Hälften bildeten je 8° mit der Verticalaxe, d. i. ihre Trennungslinie, mit einander also 16°. Eine dünne Platte parallel (010) zeigte eine Auslöschung unter einem Winkel von 14° oben nach vorn geneigt (im stumpfen Winkel der Axen $a\,c$).

Ref. P. Groth.

26. A. Nies (in Giessen): **Strengit, ein neues Mineral** (N. Jahrb. f. Min. 1877, S. 8 f). Dasselbe kam auf einem isolirten Eisenstein- und Psilomelanblock im Kieselschiefer, im Hangenden des grossen Brauneisensteinlagers am Fusse des

Dünsberges bei Giessen (Grube Eleonore), zusammen mit Kakoxen, in traubigen, radialfasrigen Ueberzügen mit drusiger Oberfläche, selten in isolirten Krystallen, vor. Glasglanz; Farbe karmoisinroth bis fast farblos; Str. gelblichweiss; Härte 3 — 4; spec. Gew. 2,87. Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht zur schwarzen, glänzenden Kugel, färbt die Flamme bläulichgrün, und giebt Eisenreaction. Löslich in Salzsäure, nicht in Salpetersäure. Die Analyse ergab die Formel:

$$Fe^2P^2O^8 + 4H^2O.$$

	berechnet:	gefunden:
Fe^2O^3:	42,78	43,65
P^2O^5:	37,97	37,82
H^2O	19,25	19,61
Unlöslicher Rückstand		0,15
		101,23

Das Eisen war nur als Sesquioxyd zugegen.

Das Mineral ist demnach die dem Skorodit,

$$Fe^2As^2O^8 + 4H^2O$$

entsprechende Phosphorverbindung und ist daher mit demselben isomorph.

Krystallform rhombisch; Habitus der Krystalle genau gleich demjenigen der gewöhnlichsten Form der Skoroditkrystalle (s. Naumann, Elem. d Mineral., 9. Aufl. S. 325, Fig. 2), d. h. Combinationen von (111) = P, (120) = $\infty \check{P} 2$ und (100) = $\infty \bar{P} \infty$; z. Th. tafelartig nach der letzteren Fläche. Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,8435 : 1 : 0,9468$$

$$(\text{Skorodit}: \; a : b : c = 0,8687 : 1 : 0,9536)$$

Jenem entsprechen die Winkel:

$$(111)\ (\bar{1}11) = 78^0\ 22'$$
$$(111)\ (1\bar{1}1) = 64\ \ 24$$
$$(111)\ (11\bar{1}) = 68\ \ 30$$
$$(120)\ (\bar{1}20) = 61\ \ \ 9$$

Das neue Mineral steht ferner dem Barrandit Zepharovich's nahe, welcher nach der Analyse Boricky's dieselbe Verbindung darstellt, in welcher aber fast die Hälfte des Fe^2O^3 durch Al^2O^3 isomorph ersetzt ist.

Ref. P. Groth.

27. H. Kopp (in Heidelberg): **Ueber Fahlerz-Zwillinge nach dem Hexaëder** (N. Jahrb. f. Min. 1877, 62). Der Verf. constatirt gegenüber der Behauptung des Hrn. A. Sadebeck (Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1872. Bd. XXIV. S. 427 f.), es fänden sich keine regelmässigen Verwachsungen von Fahlerzkrystallen nach dem Würfel, das Vorkommen von zwei mit rechtwinkligen Kanten (und parallelen Hauptaxen) durch einander gewachsenen Tetraëdern dieses Minerals von Bieber im Hanauischen, wie solche Durchkreuzungszwillinge sich auch am Diamant zeigen.

Ref. P. Groth.

28. G. Bouchardat (in Paris): **Krystallform des Hexacetylmannit** (S. l. pouv. rotat. d. l. mannite et de ses derivés. — Compt. rend. d. l'Ac. 1877, T. LXXXIV, 34). Der Verfasser hat den Hexacetyläther des Mannit $C^6H^8(OC^2H^3O)^6$ gemessen und rhombisch gefunden. Er gibt folgende Winkel an: $\infty P = 75^0\ 40'$, $\bar{P}\infty = 78^0\ 40'$, $\bar{P}\infty : \infty P = 112^0\ 2'$. Diese Winkel sind mit einander unvereinbar, denn bei der Berechnung eines derselben aus den beiden andern resultiren ganz andere Werthe. Die Angabe der optischen Axenebene ist nicht verständlich.

Ref. P. Groth.

29. A. Villiers (in Paris): **Krystallform der Melecitose** (Rech. s. l. mélézitose. — Compt. rend. d. l'Ac. 1877, T. LXXXIV, 35). Die Melecitose:

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O$$

krystallisirt monosymmetrisch, in Combinationen von $(110) = \infty P$, $(010) = \infty \mathcal{R}\infty$, $(001) = oP$.

$$(110)\ (1\bar{1}0) = 93^0\ 30'$$
$$(110)\ (001) = 87^0\ 20'$$

Ref. P. Groth.

30. J. de Montgolfier (in Paris): **Krystallform des Patchoulikamphers** (s. l. camphre de patchouli. — Compt. rend. 1877, T. LXXXIV., 88). Der Patchoulikampher, von der Zusammensetzung

$$C^{15}H^{28}O$$

und dem Schmelzpunkt 59⁰, setzt sich aus der Patchouliessenz in Krystallen ab; bessere erhält man durch Umkrystallisiren aus Benzol. Krystallsystem hexagonal;

$$a : c = 1 : 0,5286,$$

berechnet aus dem Winkel $(10\bar{1}0)\ (10\bar{1}1) = 58^0\ 36'$. Combinationen von $(10\bar{1}0) = \infty P$ und $(10\bar{1}1) = P$. Doppelbrechung schwach, negativ. Keine Circularpolarisation, während die Lösung der Substanz optisch activ ist (ebenso verhält sich nach Des Cloizeaux der gewöhnliche Kampher.

Ref. P. Groth.

31. F. Pisani (in Paris): **Ueber ein krystallisirtes Baryumsilikat** (s. u. silicate de baryte cristallisé, obtenu arteficiellement. — Compt. rend. 1876, T. LXXXIII, 1056). Die Verbindung hatte sich in Flaschen, welche mit einer Lösung von kaustischem Baryt gefüllt Jahre lang unberührt gestanden hatten, durch Einwirkung jener Lösung auf die Glaswand gebildet. Sie besassen die Zusammensetzung

$$3\,BaSiO^3 + 2\,H^2O.$$

Das Wasser geht bei mässigem Erwärmen, wobei die Krystalle unter Erhaltung ihrer Form weiss und undurchsichtig werden, fort, ist also Krystallwasser. Schmelzbar zu weissem Email, sehr schwerlöslich in kaltem, leichter in heissem Wasser; zerlegbar durch Salzsäure.

Krystallsystem rhombisch;

$$a : b : c = 0,8838 : 1 : 0,3772$$

Combinationen von $(110) = \infty P$ und $(101) = \bar{P}\infty$, nach letzterem vorherrschend ausgedehnt, in ähnlicher Ausbildung, wie die Barytkrystalle von Pzribam; seltener und klein treten auf $(241) = 4\bar{P}2$ und $(100) = \infty\bar{P}\infty$. Gemessene Winkel:

$$(110)(1\bar{1}0) = 82^0\ 56'$$
$$(101)(\bar{1}01) = 46^0\ 15'$$
$$(241)(\bar{2}41) = 50^0\ 35'$$
$$(241)(110) = 34^0\ 35'$$
$$(241)(001) = 60^0\ 47'$$

Optische Axenebene $(100) = \infty\bar{P}\infty$, erste Mittellinie c, Doppelbrechung negativ. Scheinbarer Axenwinkel in Luft:

$$2E = 58^0\ 41' \text{ roth}$$
$$66^0\ 22' \text{ grün.}$$

82. F. Pisani (in Paris): **Bleiantimonit von Arnsberg** (s. u. sulfo-antimoniure de plomb trouvé à Arnsberg, Westphalie. — Compt. rend. 1876, T. LXXXIII, 747). Zu Arnsberg in Westphalen kommt neben Antimonglanz ein stahlgraues Mineral in porösen Aggregaten vor, dessen Höhlungen mit kleinen nicht messbaren Krystallen besetzt sind, während in der compacten Masse desselben Zinkblendekrystalle zerstreut liegen. H. $2^1/_2$. Gewicht 5,59—5,73. Die Analysen, sowohl der Krystalle, als der derben Masse, ergaben im Mittel:

S	19,90
Sb	31,20
Pb	47,86
Zn	0,60
	99,56

Der Verfasser schliesst daraus auf die Formel

$$7PbS + 4Sb^2S^3.$$

Die Zusammensetzung unterscheidet sich von der des Bleiantimonit oder Jamesonit, sowie des sogen. Federerzes (Heteromorphit) nur durch den Mangel einer kleinen Menge Eisen. Für letztere Mineralien nimmt man gewöhnlich nach Rammelsberg die Formel

$$2PbS + Sb^2S^3$$

an, wobei aber das *Fe* als isomorpher Vertreter von *Pb* betrachtet werden muss. Nimmt man ersteres jedoch als mechanische Beimischung von FeS^2, so dürfte der Jamesonit auch genauer der von Pisani gegebenen Formel entsprechen, als der bisher angenommenen. Der Verfasser hält es indess für wahrscheinlich, dass das Mineral von Arnsberg ein krystallisirter Heteromorphit, und dieser als eine vom Jamesonit verschiedene Substanz zu betrachten sei. Die Entscheidung dieser Frage kann nur durch weitere Analysen sehr reiner krystallisirter Varietäten getroffen werden.

Ref. P. Groth.

X. Ueber physikalische Isomerie.

Von

O. Lehmann in Freiburg i. B.*)

(Hierzu Tafel V.)

Einleitung.

Mit dem Namen »physikalische Isomerie« bezeichnet die neuere Chemie das Auftreten derselben chemischen Verbindung in mehreren, durch ihre physikalischen Eigenschaften unterschiedenen Modifikationen, deren Existenz sich nicht durch verschiedene Anordnung der Atome im Molekül erklären lässt, und welche ausserdem charakterisirt sind durch die Leichtigkeit, mit welcher sie sich durch rein physikalische Mittel (Wärme) in einander umwandeln lassen.

Bis jetzt wurde diese Bezeichnung freilich nur bei organischen Substanzen in Anwendung gebracht, während für analoge Fälle bei unorganischen die Ausdrücke Allotropie und Polymorphie gebräuchlicher waren. Ausserdem nennt man die drei Modifikationen von verschiedenem Aggregatzustand, welche die Mehrzahl der bekannten Substanzen aufweist (z. B. Eis, Wasser, Dampf) kurz die drei Aggregatzustände des Körpers, unbekümmert darum, ob man auch wirklich in diesen drei Zuständen immer den nämlichen Körper vor sich habe. Letzteres ist indess im höchsten Grade unwahrscheinlich, denn diese drei Zustände sind durch ihre physikalischen Eigenschaften derart scharf unterschieden, dass es wohl kaum gerechtfertigt erscheint, dieselben als eine Modifikation des Körpers aufzufassen.

Physikalische Isomerie, Allotropie, Polymorphie und »die drei Aggregatzustände« eines Körpers kann man also als im Wesentlichen nur verschiedene Bezeichnungsweisen derselben Erscheinung betrachten, weshalb es dem Verfasser zweckmässig erschien, den ersteren Namen auf alle Fälle auszudehnen.

---

*) Diese Arbeit wurde im Sommersemester 1876 der mathematischen und naturwissenschaftlichen Facultät der Universität Strassburg zur Erlangung der Doctorwürde vorgelegt.

Es wurde gerade dieser Name gewählt, weil er gleichzeitig an die Theorie der Erscheinung erinnert, deren Grundzüge bereits von Naumann*) und Laubenheimer**) gegeben wurden. Diese Theorie fusst auf der Annahme, dass die kleinsten Theilchen der Körper nicht die chemischen Moleküle seien, sondern Verbindungen solcher zu grösseren Gruppen, den physikalischen Molekülen. Die Erklärung der physikalischen Isomerie auf dieser Grundlage gestaltet sich ganz ähnlich der der chemischen, es können nämlich die kleinsten Theilchen eines Körpers, d. h. die physikalischen Moleküle, entweder aus einer mehr oder minder grossen Anzahl chemischer zusammengesetzt sein oder die gleiche Menge in verschiedener Anordnung enthalten.

Da aus vielen Gründen die Existenz von Molekülverbindungen verschiedener Substanzen nach festen Verhältnissen, soll anders die Durchführung der Molekulartheorie überhaupt möglich sein, durchaus angenommen werden muss, so erscheint eine derartige Erklärung der physikalischen Isomerie sowie der andern genannten Erscheinungen durchaus gerechtfertigt, da nicht einzusehen wäre, warum nicht auch Molekülverbindungen aus gleichen Theilmolekülen sich bilden sollten. Ganz wie die Theorie der chemischen Isomerie, führt indess auch diese zu der Consequenz, dass hier zwei Fälle wohl zu unterscheiden sind, nämlich diejenigen Körper, welche sich durch verschiedene Anordnung der Theilmoleküle im ganzen erklären lassen (physikalische Metamerie) und diejenigen, welche auf verschiedener Grösse des physikalischen Moleküls beruhen (physikalische Polymerie).

Es schien mir daher von Interesse, die einzelnen Fälle näher zu untersuchen und zu sehen, ob nicht in Wirklichkeit dieselben in zwei derartige, gut charakterisirte Gruppen zu vereinigen seien.

1. Molekülverbindungen.

Giebt es Modifikationen eines Körpers, welche sich unterscheiden durch die verschiedene Anzahl der im physikalischen Molekül enthaltenen chemischen, so steht offenbar zu erwarten, dass ihre Eigenschaften analog sein werden denjenigen der gewöhnlichen Molekülverbindungen, als deren Typen zu betrachten sind die Verbindungen von Salzen mit ihrem Lösungsmittel (namentlich krystallwasserhaltige Salze) oder mit andern Salzen (Doppelsalze z. Th.). Charakteristisch ist für diese die Leichtigkeit, mit welcher sie sich dissociiren, wenn sie in Lösung sind. Das Experiment ergiebt nämlich für diesen Fall, wie sich wegen der geringen Festigkeit der Verbindungen eigentlich schon a priori vorhersagen lässt, dass die in

*) Molekülverbindungen nach festen Verhältnissen, Heidelberg 1872.

**) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 1876, pag. 767.

der Lösung enthaltenen Moleküle beim Erwärmen unter Wärmebindung zerfallen, beim Abkühlen dagegen sich unter Wärmeentwicklung wieder herstellen. Dieses Zerfallen und Wiederbilden tritt indess, wie bei analogen chemischen Zersetzungen, nicht plötzlich bei einem bestimmten Temperaturpunkte ein, sondern allmälig derart, dass das Verhältniss des zersetzten zum unzersetzten Theil wesentlich durch die Temperatur bedingt ist und mit dieser abnimmt und wächst. Es lässt sich diese Dissociation der gelösten Molekülverbindungen auf verschiedene Weise erkennen:

1) An der Aenderung der Farbe.

Sehr schön zeigt sich diese bei Kobaltchlorür. Wasserhaltig krystallisirt das genannte Salz in rosenrothen Krystallen, wasserfrei in blauen. Ebenso sind auch die entsprechenden Lösungen gefärbt. Erwärmt man aber die rosenrothe, so wird sie immer dunkler und zuletzt blau; beim Abkühlen hellt sich allmälig die Farbe wieder auf und wird wie früher rosenroth. Es hat also während der Erwärmung eine allmälige Zersetzung des wasserhaltigen Salzes stattgefunden, beim Abkühlen Wiedervereinigung der Zersetzungsprodukte. Die Temperatur, bei welcher die Umwandlung stattfindet, liegt um so niedriger, je concentrirter die Lösung und je mehr Salzsäure zugesetzt ist, d. h. je weniger Wasser dieselbe enthält. Bei mikroskopischer Beobachtung des Wachsthums von Kobaltchlorürkrystallen in blauer Lösung erblickt man diese von einem hellrothen Hof umgeben, was auf eine geringere Concentration der Lösung in der Nähe eines wachsenden Krystalls hindeuten würde.

2) An der Aenderung der Löslichkeit.

Tritt bei Steigerung der Temperatur Zerfallen der Verbindung in ein weniger lösliches Salz ein, so muss offenbar die Löslichkeit, welche naturgemäss mit der Zunahme der Temperatur steigen müsste, ein Maximum erreichen und alsdann wieder abnehmem. Ein solcher anormaler Verlauf der Löslichkeit findet statt bei Glaubersalz, was sich nach Naumann*) einfach erklärt durch Zerfallen des Salzes in wasserfreies Salz und Wasser.

3 An der Aenderung der spec. Wärme.

Nach Pfaundler zeigten sich beim Auflösen von Natriumphosphat bei verschiedenem Gehalt an Krystallwasser und im wasserfreien Zustand folgende Wärmewirkungen**):

*) Vgl. Naumann, Molekülverb. pag. 39.
**) Vgl. Naumann, Molekülverb. pag. 39.

Formel und Molekulargewicht der gelösten Substanz.	Angewandte im Verhältniss d. Molekulargewichte stehende Mengen.	Angew. Wasserm., so dass stets dies. Lös. v. ders. Zusammens. sich ergab.	Entwickelte Wärmemenge.
$Na^2HPO^4, 12H^2O$ 358,0	16,35	285,00	— 1024,98
$Na^2HPO^4, 7H^2O$ 268,0	12,25	289,10	— 516,22
Na^2HPO^4 142,0	6,51	294,84	+ 249,88

Es geht hieraus und aus anderen Beispielen hervor, dass sich beim Entstehen einer Molekülverbindung Wärme entwickelt, und zwar um so mehr, je complicirter die entstehende Molekülverbindung. Umgekehrt muss beim Zersetzen einer Verbindung eine gleiche Wärmemenge gebunden werden. Diese Verbindungs- und Zersetzungswärmen müssen sich im Falle gelöster Molekülverbindungen zu der spec. Wärme der Lösung hinzuaddiren, so dass letztere ausserordentliche Variationen mit der Temperatur zeigen muss. Versuche hierüber sind mir indess nicht bekannt.

4) An der Aenderung der Krystallisationsprodukte.

Aus den eben angeführten Wärmewirkungen können wir nach Naumann den Schluss ziehen, dass diejenige Molekülverbindung in Lösung vorausgesetzt werden muss, welche auskrystallisirt, denn allgemein findet beim Auflösen dieser die grösste Wärmebindung statt, d. h. keine Wärmeentwicklung, folglich keine weitere Verbindung des Moleküls mit dem Lösungsmittel. Lassen wir nun die Lösung einer Molekülverbindung bei immer höheren Temperaturen krystallisiren, so bilden sich, wie nach dem vorigen zu erwarten, erst Krystalle der wasserreicheren, dann allmälig auch solche der wasserärmeren Verbindung und schliesslich nur noch solche der letzteren Art. Im Falle der gleichzeitigen Ausscheidung beider Verbindungen treten eigenthümliche Erscheinungen auf, welche sich nur erklären lassen, wenn wir, wie schon oben beim Kobaltchlorür geschah, annehmen, dass die Lösung auf einige Entfernung rings um einen wachsenden Krystall weniger concentrirt sei, als anderswo; dieses Gebiet möge der Hof des Krystalles heissen. Während im Allgemeinen zwei Krystalle ihr Wachsthum nahezu ganz einstellen, wenn sich ihre Höfe berühren, da eben die Bedingung zu ihrer Weiterbildung, die Uebersättigung, fehlt, so löst sich in dem genannten Falle der eine Krystall vor dem andern auf, und letzterer vergrössert sich auf Kosten des erstern derart, dass es manchmal, namentlich wenn nur eine dünne Flüssigkeitsschicht zwischen beiden Krystallen bleibt, den Anschein hat, als wandle sich die eine Art direkt in die andere um. Durch Aenderung der Temperatur kann man leicht an einen Punkt gelangen, wo diese Umwandlung rückwärts schreitet,

d. h. derjenige Krystall sich vergrössert, welcher sich im vorigen Falle aufgelöst hatte. Der Grund dieser eigenthümlichen Erscheinung erhellt nun sofort, wenn man bedenkt, dass ein Krystall sich auflösen muss, wenn der Gehalt der ihn umgebenden Flüssigkeit an gleichartigen Molekülen geringer wird, dass er hingegen umgekehrt wachsen muss, wenn letzterer das Mass der Sättigung übersteigt. Erwärmt man die Lösung einer Molekülverbindung, so tritt Zerfallen der letzteren ein, die Lösung wird ärmer an Molekülen des wasserreicheren Salzes, umgekehrt wird dieselbe beim Abkühlen ärmer an solchen des wasserärmeren. Ist nun 1) die Concentration derart, dass die Flüssigkeit in Bezug auf beide Arten von Molekülen in gleichem Masse übersättigt ist, so werden sich gleichzeitig beiderlei Krystalle bilden können, nur bei Berührung der Höfe werden sie ihr Wachsthum fast ganz einstellen. Weicht dieselbe indess 2) etwas von diesem Verhältniss ab, so werden zwar auch noch beide Krystalle weiterwachsen, indess mit verschiedenen Geschwindigkeiten, wofern sie nämlich soweit entfernt sind, dass sich ihre Höfe nicht berühren. Ist indess letzteres der Fall, so werden nicht, wie gewöhnlich, die Krystalle ihr Wachsthum nur solange fortsetzen, bis die sie trennende Flüssigkeit in Bezug auf beide gerade auf dem Sättigungspunkt ist. Denn dies ist unmöglich, da sich stets das der herrschenden Temperatur entsprechende Mengenverhältniss der zersetzten und unzersetzten Moleküle herstellen muss. Es wird aus diesem Grunde für den rascher wachsenden Krystall die Concentration nahe bis zum Sättigungungspunkt sinken, für den langsamer wachsenden dagegen mehr oder minder beträchtlich unter denselben. Ersterer wird daher mit etwas verminderter Geschwindigkeit weiterwachsen, letzterer aber sich auflösen. Daher sehen wir bei langsamer stetiger Temperaturänderung in demselben Sinne erst den einen Krystall auf Kosten des andern sich vergrössern, dann beide ihr Wachsthum einstellen und zuletzt den zweiten auf Kosten des ersten weiterwachsen. Ganz ähnlich werden sich die Erscheinungen gestalten, wenn 3) die Lösung in Bezug auf die eine Verbindung concentrirt, in Bezug auf die andere verdünnt ist, die Krystalle der ersteren werden wachsen, die der letzteren sich auflösen, aber auch dann, wenn sich ihre Höfe nicht berühren. Wird die Lösung durch Aenderung der Temperatur erst in diesen Zustand gebracht, befinden sich in derselben aber Krystalle derjenigen Verbindung, in Bezug auf welche sie verdünnt wird, dann nimmt in Folge der Auflösung der letzteren, da stets das bestimmte Mengenverhältniss zwischen zersetztem und unzersetztem Theil bestehen bleiben muss, die Concentration der Lösung in Bezug auf die andere Modifikation in ihrer Nähe rasch zu, überschreitet das Mass der Sättigung, und deshalb bilden sich nun an Stelle des sich auflösenden Krystalls solche der andern Verbindung, so dass es den Anschein hat, als zerfalle die sich auflösende Substanz direkt in ein Aggregat von Krystallen

der neuen. Merkwürdig ist hierbei, dass sich diese letzteren in regelmässiger Stellung an die vorhandenen anlagern. Alle diese drei verschiedenen Fälle lassen sich leicht verfolgen bei den Verbindungen: Eisenchlorür-Wasser, Kobaltchlorür-Wasser und Kupferchlorid-Chlorkalium.

Fig. 1 zeigt eine tafelförmige Platte von wasserhaltigem Eisenchlorür, welche sich beim Erwärmen der Lösung auflöst, während sich auf ihre Kosten eine Menge kleiner Krystalle der wasserärmeren Verbindung bildet, deren jeder von einem kleinen Hof von Lösung umgeben ist. Fig. 2 zeigt den umgekehrten Process, wie sich nämlich an diese kleinen Krystalle beim Abkühlen der Lösung wieder solche der erstern Verbindung in der gleichen Stellung ansetzen. Fig. 3 zeigt die ganz analoge Erscheinung bei wasserhaltigem Kobaltchlorür, welches beim Erwärmen sich unter Bildung des wasserfreien Salzes auflöst. Fig. 4 *a* stellt wieder den umgekehrten Process dar, wie sich an die entstandenen nadelförmigen Krystalle beim Abkühlen der Lösung die des wasserhaltigen Salzes ansetzen*). Fig. 5 zeigt das scheinbare Zerfallen eines Krystalls von Kupferchlorid-Chlorkalium beim Erwärmen desselben in der Lösung eines Gemenges beider Salze. Fig. 6 (*a*, *b*, *c*) zeigt wieder den umgekehrten Vorgang, nämlich das beim Abkühlen der Lösung eintretende Ansetzen der Krystalle von Kupferchlorid-Chlorkalium an Nadeln von Kupferchlorid in regelmässiger Stellung**).

Um derartige Beobachtungen auszuführen, genügt selbstverständlich der Kleinheit der Objekte halber die gewöhnliche Beobachtungsweise nicht, es wird nöthig das Mikroskop zu Hülfe zu nehmen. Um hierbei die Temperatur nach Wunsch reguliren zu können, richtete ich mein Mikroskop in folgender Weise ein (Fig. 7): Anstatt auf seinen gewöhnlichen Fuss, wurde dasselbe, getragen durch die Säulen *gg*, auf die Platte *A* befestigt, auf welcher der drehbare Träger *B* derart angebracht ist, dass bei der Bewegung desselben bis zu einer Arretirung die Oeffnung *a* des auf ihm be-

*) Die Figuren 4 *b*, 4 *c*, 4 *d* stellen isolirte Krystalle dieser rosenrothen Modifikation dar in verschiedenen Stellungen und Ausbildungsweisen. Beim Abkühlen der Lösung tritt eine zweite von dieser gänzlich verschiedene Art rosenrother Krystalle auf von der Form, wie sie Fig. 4 *e* darstellt.

**) Bei einem gewissen Mischungsverhältniss der beiden Salze krystallisiren das reine Kupferchlorid und das Doppelsalz derart durcheinander, dass oft ganz unförmliche Krystalle entstehen. Im einfachsten Falle bilden sich Formen wie sie Fig. 6 *d* zeigt, indem die sich anlagernden Kryställchen des Doppelsalzes Veranlassung geben zu einer Art Zwillingbildung, da sich an diese die Krystalle des Kupferchlorids in zwei zu einander senkrechten Lagen ansetzen könnten. Fig. 6 *e* zeigt ein complicirteres Gebilde dieser Art, bei welchem sich die Zwillingsbildung wiederholt hat, und welches ausserdem an den Enden deutlich sichtbare Krystalle des Doppelsalzes trägt.

festigten Brenners gerade unter die Oeffnung des Objekttisches gebracht werden kann. Dieser Brenner besteht einfach aus einer engen bei *a* kurz umgebogenen Glasröhre, welche sich bei *b* gabelt, um durch den einen Zweig Gas, durch den andern Luft zuführen zu können. Die Hähne der letzteren Leitung gestatten die Temperatur der Flamme und somit des auf dem Objekttisch liegenden Präparats innerhalb ziemlich weiter Grenzen und zwar, was zur Förderung in der Arbeit wichtig ist, rasch zu variiren. Zur feineren Einstellung der Temperatur sind noch weiter auf dem Objekttisch angebracht die Apparate *C* und *D*. *C* ist ein Griff, welcher mit einem unterhalb des Objekttisches befindlichen Schieber *f* in Verbindung steht, der dazu dient, die Oeffnung des Objekttisches zu verschliessen, um die von der Flamme aufsteigende Wärme zu mässigen. Natürlich ist der Theil dieses Schiebers, welcher unter die Oeffnung des Objekttisches zu stehen kommt, aus einer durchsichtigen Substanz, Glimmer oder dünnem Glase, verfertigt. *D* ist ein enges, in ein Gelenk derart befestigtes Glasrohr, dass es direkt auf das Objekt gerichtet werden kann. Dasselbe steht mit einem Gasometergebläse in Verbindung, um so einen abkühlenden Luftstrom auf das Objekt strömen lassen zu können, welcher der Wirkung der Flamme entgegenarbeitet. Mit Hülfe dieser drei Vorrichtungen ist es leicht, nach Belieben und rasch die Temperatur des Präparats zu ändern.

2. Physikalische Polymerie.

Der gleiche Apparat diente auch zu den folgenden Untersuchungen über physikalisch-polymere Körper. Wie zu Anfange des vorigen Kapitels bemerkt wurde, steht zu erwarten, dass die Eigenschaften derselben im Wesentlichen analoge sein werden denjenigen der besprochenen Molekülverbindungen, namentlich was ihr Verhalten gegen Temperaturänderungen anlangt, welches für die letztern so charakteristisch ist. Im Folgenden haben wir deshalb zunächst die Eigenschaften zusammengestellt, welche wir dieser Analogie gemäss von physikalisch-polymeren Modifikationen zu erwarten haben, unter Beifügung derjenigen Beispiele, welche erfahrungsgemäss diese Eigenschaften besitzen. Diejenigen Substanzen, welche anderes Verhalten zeigen, sollen alsdann im letzten Theile der Arbeit zusammengestellt werden, wobei sich zeigen wird, dass ihr Verhalten wirklich im Wesentlichen mit demjenigen übereinstimmt, welches wir a priori von physikalisch-metameren erwarten müssen.

1) Umwandlung fester Modifikationen in Lösung.

Die Dissociation in Lösung befindlicher fester Modifikationen wird genau unter denselben begleitenden Erscheinungen stattfinden müssen, wie die der Molekülverbindungen. Bei Erhöhung der Temperatur wird allmälig Umwandlung eintreten in eine weniger complicirte Modifikation,

beim Abkühlen dagegen wieder Rückbildung der ersteren, und zwar wird sich dieser innere Vorgang, ganz wie bei den Molekülverbindungen aus ungleichartigen Theilmolekülen, durch Aenderung der Farbe, der Löslichkeit, der Lösungswärme und der Krystallisationsprodukte auch äusserlich kundgeben. Von diesen Erscheinungen lässt sich die vierte sehr schön bei Salpeter und salpetersaurem Ammoniak*), weniger gut bei den übrigen im Folgenden zu nennenden Stoffen verfolgen. Was oben von den Molekülverbindungen über das Auflösen des einen Krystalls vor dem andern gesagt wurde, lässt sich wörtlich auch von den Modifikationen dieser Substanzen sagen, weshalb es unnöthig erscheint, näher darauf einzugehen.

2) Umwandlung fester Modifikationen in feste.

Bei Molekülverbindungen im Allgemeinen ist ein Zerfallen in feste Bestandtheile in Folge deren Cohäsion wahrscheinlich unmöglich, indem nämlich die gegenseitige Anziehung der gleichartigen Moleküle bewirken muss, dass sie sich gegenseitig in den auszuführenden Drehbewegungen hindern. Bei den krystallisirten physikalisch-polymeren Körpern, bei welchen die neu entstehenden Moleküle alle einander gleich sind und alle die gleiche Lage besitzen, wird dagegen die Krystallisationskraft gerade den umgekehrten Effekt haben, da alle Moleküle die gleiche Bewegung auszuführen haben und sich in Folge dessen gegenseitig unterstützen. Die Krystallisationskraft der neuen Modifikation wird also in diesem Falle die Umwandlung begünstigen, und dieselbe bereits hervorrufen, ehe eine vollständige Zerspaltung der Moleküle durch die Wärme erfolgt ist. Es wird dies namentlich dann stattfinden, wenn sich einmal einige Moleküle zu einem krystallinischen Complex vereinigt haben und nun mit vereinten Kräften auf die übrigen einwirken und sie zur Anlagerung zwingen. So wird also in dem Krystall der ursprünglichen Modifikation einer der neuen weiterwachsen, ohne dass irgend welche partielle Umbildung (Dissociation) vorausgegangen wäre, welche ihrer Natur nach ja überhaupt nur dann stattfinden kann, wenn die Zersetzungsprodukte flüssig oder gasförmig sind. Dasselbe gilt, wie leicht ersichtlich, für die Wiedervereinigung der getrennten Moleküle, für die Rückbildung der früheren Modifikation bei sinkender Temperatur. In beiden Fällen wird sich der Einfluss der Krystallisationskraft der neuen Modifikation namentlich dadurch offenbaren, dass es nicht einerlei ist, in welcher Stellung der Krystall der neuen Modifikation zu dem der früheren steht. Es wird im Allgemeinen das Ansetzen der Moleküle bei bestimmten Stellungen leichter vor sich gehen, als bei andern, und in diese Stellungen werden die Krystalle natürlich meistens dann kommen, wenn die Substanz sich spontan umwandelt.

---

*) Vgl. Frankenheim, Pogg. Ann. 18. 92: aus warmer Lösung krystallisirt die rhomboëdrische, aus kalter die rhombische Modifikation aus.

Es ist also zu erwarten, dass unter günstigen Umständen bei Erhöhung der Temperatur sich der betreffende Körper mit einem Male (unter Wärmebindung) in die neue Modifikation umwandle, die letztere aber beim Abkühlen (unter Wärmeentbindung) wieder in die frühere übergehe. Bei einem Präparate, bei dem erst eine theilweise Umbildung stattgefunden hat, also beide Modifikationen vorhanden sind und einander berühren, wird die Umwandlung im einen oder andern Sinne früher eintreten, als beim isolirten Erhitzen oder Abkühlen einer einzigen Modifikation, weil hier ein besonderer Anstoss erst einige Moleküle zum Krystall vereinigen muss, während im ersteren Falle die Krystallisationskraft schon von Anfang an mit voller Intensität wirken kann. Aus diesem Grunde ist der Temperaturpunkt, bei welchem die Umwandlung bei Berührung beider Modifikationen eintritt, ein völlig bestimmter und der gleiche für die Umwandlung im einen und andern Sinne.

Beim isolirten Erhitzen einer Modifikation wird es zuweilen möglich sein, die Temperatur der Substanz weit über diejenige zu erhöhen, bei welcher die Umwandlung bei Berührung mit einem Krystall der andern Modifikation eintreten würde (normale Umwandlungstemperatur).

Bringt man aber eine derart überhitzte oder überkühlte Substanz in Berührung mit einem solchen, so muss nun augenscheinlich die Umwandlung mit grösser Vehemenz eintreten, denn der Körper befindet sich in einem labilen, gespannten Zustande, welcher jetzt durch die Einwirkung des andern Krystalls mit einem Male aufgehoben wird. Auch mechanische Erschütterungen werden, wenn auch lange nicht so vollkommen, im Stande sein, die Umwandlung hervorzurufen, indem hierdurch leicht die bereits gelockerten Moleküle in eine derartige Lage gebracht werden, dass sie sich zu einem Krystall der andern Modifikation zusammensetzen. Da derartige äussere Einflüsse, wie man sieht, im Stande sind, die Umwandlungstemperatur mehr oder minder zu erniedrigen, so wird dieselbe für diesen Fall, nämlich beim isolirten Erhitzen einer Substanz, eine sehr schwankende sein. Ebenso wird die Schnelligkeit mit welcher die Umwandlung stattfindet, in verschiedenen Fällen eine sehr verschiedene sein, da sie wesentlich abhängt von der Anzahl Grade, um welche die normale Umwandlungstemperatur überschritten wurde. Sie wird um so grösser sein, je stärker die Substanz überhitzt oder überkühlt wurde, in letzterem Falle aber nur bis zu einem bestimmten Grade, da mit der Abkühlung auch die Cohäsion der ursprünglichen Substanz zunimmt, welche die Umwandlung erschwert. Es könnte selbst bei fortgesetztem Abkühlen vorkommen, dass letztere vollständig unmöglich wird und erst beim Erwärmen wieder eintritt, wobei die Schnelligkeit anfänglich steigen, dann aber wieder abnehmen müsste bis zur Erreichung der normalen Umwandlungstemperatur, wo sie auf 0 herabsinkt. Allgemein wird die Geschwindigkeit der Umwandlung wesent-

lich von dem Cohäsionsgrade der Substanz abhängen, sie wird um so geringer sein je grösser die Cohäsion, und es lässt sich leicht der Fall denken, dass letztere so bedeutend ist, dass bei keiner Temperatur eine Umwandlung möglich ist.

Erscheinungen der besprochenen Art lassen sich wirklich bei einer Anzahl Substanzen sehr deutlich wahrnehmen.

Es gehören hierher:

1) Das salpetersaure Ammoniak.

Bereits Frankenheim bemerkte, dass sich in höherer Temperatur Rhomboëder bilden, bei niedrigeren dagegen Krystalle, die mit Salpeter isomorph schienen. Hätte Frankenheim die Temperatur bei seinen Versuchen sich zwischen weiteren Grenzen ändern lassen, so hätte er noch zwei weitere Modifikationen dieser Substanz finden müssen. Bei Temperaturen, die höher liegen als diejenigen, bei welchen sich die rhomboëdrischen bilden, krystallisirt nämlich die Substanz in regulären Krystallen, bei solchen, die niedriger liegen, als die, bei welchen die Bildung der rhombischen Nadeln stattfindet, tritt eine vierte ebenfalls rhombische Form von ziemlich gleichem Habitus auf. Der Schmelzpunkt des salpetersauren Ammoniaks liegt bei ungefähr 168° *). Genau lässt sich derselbe schwer bestimmen, da es kaum möglich ist, die Substanz vollkommen trocken zu erhalten, und wenig beigemischtes Wasser die Schmelztemperatur schon beträchtlich erniedrigt. Es löst sich nämlich das Salz bei Erhöhung der Temperatur mit so stark zunehmender Leichtigkeit in Wasser, dass in der Nähe des Schmelzpunktes unbeschränkte Mischbarkeit eintritt. Beim Erstarren der geschmolzenen Masse oder der Mischung mit wenig Wasser (oder besser verdünntem Glycerin) erscheinen zunächst reguläre Krystalle in Form von Krystallskeletten (Fig. 8) **). Die Wachsthumsaxen derselben sind eine Combination der oktaëdrischen mit den trigonalen Axen, und zwar findet nach ersteren ein intensiveres Wachsthum statt. Wie nun in einer späteren Arbeit gezeigt werden soll, entsprechen die Stellen stärksten Wachsthums den Stellen stärkster Zuschärfung des regelmässigen Krystalls, so dass man hieraus schliessen muss, dass die normale Form der regulären Krystalle des salpetersauren Ammoniaks in der Richtung der

---

*) Die folgenden Zahlen stellen nur approximative Werthe dar. Zur Bestimmung derselben wurde der gewöhnliche Objekttisch des Mikroskops ersetzt durch einen andern, welcher sich sammt dem (Metall-)Spiegel in einem Oel- oder Paraffinbad befand, so dass die Temperatur des Präparats auf 1° genau abgelesen werden konnte. Die Versuche sind natürlich sehr zeitraubend und konnte ich deshalb genauere Bestimmungen bis jetzt nicht ausführen.

**) Fig. 8*a* zeigt ein solches Krystallskelett auf einer Würfelfläche liegend, Fig. 8*b* auf einer Rhombendodekaëderfläche, Fig. 8*c* auf einer Oktaëderfläche.

oktaëdrischen Axen am stärksten, in der der trigonalen weniger scharf zugespitzt ist. Sie könnte also eine der Formen: Achtundvierzigflächner, Pyramidenoktaëder, Rhombendodekaëder oder Ikositetraëder sein. Der Analogie mit Salmiak nach, welcher unter gewissen Bedingungen ganz ähnliche Wachsthumsformen aufweist und dabei deutlich ikositetraëdrische Begrenzungsflächen zeigt, scheint diese letztere Form die meiste Wahrscheinlichkeit für sich zu haben.

Im polarisirten Lichte verhalten sich die Krystalle durchaus isotrop. Bei fortschreitender Abkühlung tritt aber plötzlich etwa bei 127° eine Veränderung derselben ein, sie werden doppelbrechend und sofern sie sich in einer Lösung befinden, ändern sie ihre Form unter gleichzeitiger Vergrösserung, da der neuen Form geringere Löslichkeit zukommt, als der regulären. Es lässt sich aus den Wachsthumsformen (Fig. 9) *) und ihrem optischen Verhalten schliessen, dass die nun entstandenen Krystalle Frankenheim's Rhomboëder sind. Kühlt sich die Lösung noch weiter ab, so entstehen bei ca. 87° die nadelförmigen rhombischen Krystalle, deren gesetzmässige Stellung gegen die rhomboëdrischen bei spontaner Umwandlung der letzteren ein ausgezeichnetes Beispiel für die erwähnte Erscheinung bieten, dass bei Umwandlung einer Modifikation in die andere, die neue im Allgemeinen in regelmässiger Stellung gegen die erste auftreten muss. Die Krystalle stellen sich nämlich derart, dass die Verticalaxe der rhombischen (d. h. die der grössten Ausdehnung entsprechende) zusammenfällt mit einer Nebenaxe der rhomboëdrischen (oder senkrecht darauf steht), Makro- oder Brachydiagonale**) dagegen zusammenfällt mit der Hauptaxe des Rhomboëders. Fig. 10 zeigt einen solchen rhomboëdrischen Krystall vor und nach der Umwandlung. Fig. 11 stellt die Wachsthumsformen eines rhomboëdrischen Krystalls dar. Die Begrenzung der rhombischen Krystalle ist eine Combination eines Prisma mit Doma, zuweilen auch mit einer Pyramide. Das Prisma ist nahezu rechtwinklig, ebenso das Doma und die Kanten der Pyramiden gegen die Prismenflächen stehen, soweit sich dies beurtheilen lässt, genau rechtwinklig zu den Prismenkanten. Makroskopisch kann man diese Modifikation in Form zolllanger Nadeln aus heisser Lösung in verdünntem Weingeist erhalten (der Alkohol ist nöthig um die Löslichkeit zu verringern, damit nicht die Krystalle filzartig durcheinander wachsen), indess konnte ich bis jetzt noch keine deutlich messbaren Krystalle erzielen. Sie wandeln sich ausserdem gewöhnlich

*) Fig. 9 *a* zeigt einen einfachen durch rasches Wachsthum verzerrten Krystall auf der Basis liegend, Fig. 9 *b* auf einer Prismenfläche. Fig. 9 *c* und 9 *d* stellen complicirtere Wachsthumsformen dieser Modifikation dar.

**) Genau lässt sich dies nicht entscheiden, da das Prisma der rhombischen Krystalle nahezu rechtwinklig ist.

schon in der Lösung, sicher aber beim Herausnehmen, um in die vierte, ebenfalls rhombische Modifikation (Fig. 12), die man bei gewöhnlicher Temperatur in ziemlich guten Krystallen aus wässrigen Lösungen erhält*). Die letzteren wurden von v. Lang**) und Marignac***) gemessen. Die Resultate weichen indess ziemlich von einander ab, so findet Marignac die Winkel von Prisma und Pyramide resp. 95° 40′ und 65° 0′, Lang dagegen erhielt die Werthe 97° 5′ und 67° 0′. Ich selbst besimmte bei einem ziemlich guten Krystall als Prismenwinkel 95° 35′ mit Maximalabweichungen der Beobachtungen von — 16 und + 10′; die Pyramidenflächen waren unvollkommen und ergaben Werthe zwischen 66° und 68°. Erwärmt man diese vierte Modifikation immer mehr und mehr, so wandelt sie sich wieder in umgekehrter Reihenfolge in alle andern beschriebenen Modifikationen um. Bei etwa 36° entsteht die andere rhombische, bei ca. 87° die rhomboëdrische, bei 120° die reguläre, bei 168° die flüssige, bei 200° endlich die gasförmige. Die Ueberkältungen und Ueberhitzungen können um so weiter getrieben werden, einem je niedrigeren Temperaturintervall die betreffende Modifikation entspricht, und je rascher die Temperaturänderung vor sich geht.

Um die Wärmeentbindung der verschiedenen Modifikationen zu verfolgen, brachte ich einige Gramme des Salzes in ein Reagenzglas, welches im Paraffinbad bis zum Schmelzen des Salzes erhitzt wurde. Während der Abkühlung wurde in gleichen Zeitintervallen die Temperatur des letzteren bestimmt, und die sich ergebenden Werthe graphisch dargestellt (Fig. 13). Man erkennt aus dem Verlauf der erhaltenen Abkühlungskurve, dass jeweils bei der Umwandlung einer Modifikation Wärme frei wird, aber um so unsicherer, je niedriger die Temperatur war, was wohl daher rühren mag, dass die Umwandlung um so langsamer vor sich geht, je starrer die Substanz und je geringer die Unterschiede der Constitution und Dichte. Die Umwandlungspunkte fallen nicht genau zusammen mit den mit Hülfe des Mikroskops bestimmten, weil die Substanz nicht wasserfrei war, während zu jenen ersten Bestimmungen eine möglichst trockene aus einem klaren Krystall geschliffene Platte diente.

2) Salpeter.

Betrachtet man die Eigenthümlichkeit des salpetersauren Ammoniaks, vier feste Modifikationen zu besitzen, so drängt sich die Frage auf: finden sich vielleicht bei dem isomorphen Kalisalz, dem gewöhnlichen Salpeter, ähnliche Erscheinungen? In der That zeigt der Salpeter, wie schon Fran-

*) Gewöhnlich schreitet von der Berührungsstelle aus die Umwandlung langsam durch die ganze Nadel hindurch fort, so dass man den Vorgang leicht makroskopisch beobachten kann.

**) Annales des mines, 5e série, tome XII, 1857.

***) Sitzungsber. d. wien. Akademie, XXXI, 1858, 101.

kenheim erkannte, ausser der bekannten rhombischen Form in höherer Temperatur noch eine rhomboëdrische, welche sich beim Abkühlen in erstere umwandelt, während umgekehrt letztere beim Erhitzen übergeht in die rhomboëdrische Form. Die reguläre, sofern sie überhaupt existirt, ist, wie es scheint, bei Salpeter nicht mehr im Stande zu krystallisiren, so dass also der geschmolzene Salpeter der regulär krystallisirenden Modifikation des salpetersauren Ammoniaks entsprechen würde. Dass die rhomboëdrische Form isomorph ist mit der des Ammoniaksalzes, erhellt namentlich daraus, dass dieselben isomorphe Mischungen bilden. Es ist interessant zu verfolgen, wie die eigenthümliche Neigung des rhombischen salpetersauren Ammoniaks zur Bildung von vierstrahligen Wachsthumsgruppen durch allmälige Beimischung des Salpeters immer mehr und mehr verschwindet, so dass zuletzt fast regelmässig schon von Anfang an hexagonal aussehende, meist sechs- oder dreistrahlige Krystallskelette entstehen. Eine wichtige Frage ist weiter, welcher der beiden rhombischen Formen des salpetersauren Ammoniaks entspricht die rhombische des Salpeters? Die Temperaturverhältnisse machen es wahrscheinlich, dass dies die der höheren Temperatur entsprechende sei, während Lang den entgegengesetzten Fall annimmt. Entschieden wird wohl die Frage durch einige Versuche über isomorphe Mischungen beider Salze. Bei überwiegender Menge von Salpeter erhielt ich sehr schön ausgebildete salpetersaures Ammoniak enthaltende Salpeterkrystalle, deren äusserer Habitus sich umsomehr einer Combination eines hexagonalen Prismas mit Basis und Pyramide näherte, je grösser der Gehalt an Ammoniaksalz war. Diejenigen, welche am meisten der letzteren Substanz enthielten, hatten Körnerform und glichen täuschend hexagonalen Krystallen, auch in optischer Beziehung, insofern die Prismenaxe erste Mittellinie ist und die beiden optischen Axen, wie bei Salpeter, nur einen ganz kleinen Winkel mit einander einschliessen. Die Basis bildete sich bei denselben so gut aus, dass die Krystalle direkt als Platten zur optischen Untersuchung verwendet werden konnten. Es gelang mir indess nicht, den Gehalt an Ammoniaksalz in diesen Krystallen über eine bestimmte Grenze zu bringen, denn sobald der Zusatz von salpetersaurem Ammoniak zur Mischung über dieses Mass vergrössert wurde, trat plötzlich ein Sprung ein, indem sich nun, anfangs zuweilen neben den ersteren Krystallen, solche von durchaus anderem Aussehen bildeten, äusserst ähnlich den gewöhnlichen der niedrigeren Temperatur entsprechenden rhombischen Krystallen des reinen salpetersauren Ammoniaks mit vorherrschender Ausbildung des Prismas von nahezu 90° mit der Pyramide, so dass das Ganze einen fast tetragonalen Habitus hatte (untergeordnet traten noch auf: ein zweites Prisma, Brachydoma, Makro- und Brachypinakoid). Noch wichtiger als diese Uebereinstimmung der äussern Form scheint mir die Biegsamkeit der Krystalle, welche bei diesen noch recht

deutlich auftritt, wenn auch nicht ganz in der Vollkommenheit, wie bei den des reinen salpetersauren Ammoniaks. Letztere besitzen nämlich die merkwürdige Eigenschaft, dass sie sich ähnlich wie ein Faden weichen Harzes in alle möglichen Formen bringen lassen, sobald nur die Deformation hinreichend langsam geschieht. Trotz dieser Biegsamkeit sind aber die Krystalle, ganz ebenso wie ein Harzfaden, sehr spröde, und sobald durch raschen Druck oder Stoss ein kleiner Riss entsteht, setzt er sich sofort durch die ganze Masse hindurch fort und der Krystall zerspringt.

Sollte also wirklich diese zweite Art von Krystallen der gewöhnlichen rhombischen Form des salpetersauren Ammoniaks entsprechen, so ist sehr auffallend die Veränderung der optischen Eigenschaften. Beim reinen salpetersauren Ammoniak liegen nämlich, wie schon Lang beobachtete, die optischen Axen in der Ebene des Brachypinakoids, einen Winkel von ungefähr 60° bildend, und die erste Mittellinie ist senkrecht zum Makropinakoid. Bei den Mischungen mit maximalem Gehalt von Salpeter ist dagegen die Axenebene das Makropinakoid und der scheinbare Winkel der optischen Axen in Luft, sowohl durch die Basis, wie durch das Brachypinakoid betrachtet, beträgt über 120°. Uebergänge konnte ich bis jetzt nicht erhalten.

Diese isomorphen Mischungen deuten also darauf hin, dass sich auch bei Salpeter noch eine weitere rhombische Form finde, die indess einer weit niedrigeren Temperatur entsprechen müsste, als die gewöhnliche, und bereits ziemlich abweichend constituirt ist von der entsprechenden Form des salpetersauren Ammoniaks. Noch weiter würden die Temperaturgrenzen bei salpetersaurem Natron auseinander liegen, dessen vermuthlich existirende rhombische Formen selbst bei ziemlich niedrigen Temperaturen noch nicht erhalten werden können. Dass die rhomboëdrischen Krystalle dieser Substanz isomorph sind mit denen des salpetersauren Ammoniaks geht daraus hervor, dass sich leicht isomorphe Mischungen beider Salze bilden lassen mit ziemlich beträchtlichem Gehalt an salpetersaurem Ammoniak.

3) Salpetersaures Silber.

Mit dem Kalisalpeter ist auch das salpetersaure Silber isomorph, denn es lassen sich sehr schön krystallisirte isomorphe Mischungen beider Salze darstellen*); es steht also zu erwarten, dass sich auch hier ähnliche Erscheinungen finden. In der That bilden sich aus der geschmolzenen Masse Krystalle, die durchaus keine Aehnlichkeit haben mit der gewöhnlichen Form, sondern wahrscheinlich Combinationen eines sehr spitzen Rhomboëders mit Basis darstellen. Beim Abkühlen wandeln sich dieselben um

*) Ueber die isomorphen Mischungen von salpetersaurem Silber mit Kali- und Natronsalpeter vergl. auch Rose, Pogg. Ann. 102, 437 und 106, 320.

in die gewöhnliche rhombische Form, und es ist leicht mit Hülfe des früher beschriebenen Erwärmungsapparates die Temperatur so zu reguliren, dass die Trennungsfläche in der Mitte des Gesichtsfeldes bleibt, aber beim Anlassen oder Absperren des Gebläses nach der einen oder andern Seite vorrückt. Mit dieser noch unbekannten Modifikation des salpetersauren Silbers bilden die Krystalle des salpetersauren Natrons isomorphe Mischungen in Form schöner Rhomboëder. Bei grösserem Gehalt an salpetersaurem Silber werden indess die Krystalle unvollkommener, trüb und schliesslich ganz weiss. Es rührt diese Trübung, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, her von einer Unmasse kleiner Einschlüsse von Mutterlauge, welche wahrscheinlich verursacht sind durch die Eigenthümlichkeit der neuen Modifikation des salpetersauren Silbers nur in sehr unvollkommenen Krystallen zu krystallisiren. Unter dem Mikroskop erhält man beim langsamen Eindampfen der Lösung erst schöne Rhomboëder, dann setzen sich allmälig an die Ecken derselben Krystalle des salpetersauren Silbers an, wie dies Fig. 14 zeigt (*a* auf der Oberfläche, *b* auf der Basis liegend). Es krystallisiren also aus der Lösung zuerst Krystalle, welche reicher sind an salpetersaurem Natron und erst wenn hierdurch der Gehalt an salpetersaurem Silber beträchtlich gesteigert ist, nehmen die Krystalle ansehnlichere Mengen des Silbersalzes auf. Mit der Zeit bilden sich auch die gewöhnlichen Krystalle des salpetersauren Silbers und wachsen bei Berührung sogleich in diese zweite Art Krystalle hinein, vermögen indess nur bis zu dem den Kern bildenden Rhomboëder vorzudringen.

Beachtet man, dass unter den vier beschriebenen Körpern das salpetersaure Ammoniak der weichste, das salpetersaure Natron der härteste ist, so könnte man aus dem Verhalten derselben schliessen, dass die Temperaturgrenzen für die entsprechenden Modifikationen isomorpher Körper um so weiter auseinander liegen, je starrer dieselben sind.

4) Das Quecksilberjodid.

Ein anderer Körper, dessen Modifikationen sehr gut die Abhängigkeit ihrer Existenz von der Temperatur erkennen lassen, ist, wie längst bekannt, das Quecksilberjodid. In höherer Temperatur, z. B. aus der geschmolzenen Masse oder bei Condensation des stark erhitzten Dampfes krystallisirt dasselbe in der gelben rhombischen Modifikation, kühlt man ab, so tritt, zuweilen von selbst, jedenfalls aber beim Berühren die rothe (tetragonale) Modifikation auf, in welche sich die ganze Masse umzuwandeln strebt. Man kann nun leicht eine Temperatur erreichen, bei der die Trennungsfläche wie bei den früheren Beispielen gerade stehen bleibt, beim Erwärmen oder Abkühlen dagegen nach der einen oder anderen Seite sich verschiebt, so dass die Abhängigkeit der Stabilität beider Modifikationen von der Temperatur klar ersichtlich ist.

5) Zinn.

Aehnlich verhält sich auch Zinn, von dem aus den Untersuchungen Fritsche's*) bekannt ist, dass es sich bei niedriger Temperatur umwandelt in eine andere Modifikation von unbekannter Krystallform, welche sich durch geringere Dichte und dunklere Farbe von ersterer unterscheidet, beim Erwärmen im Wasserbade aber wieder in jene zurückverwandelt. Sind diese Beobachtungen, wie nicht zu bezweifeln, richtig, so hätten wir im Zinn einen Körper, dessen zwei feste allotrope Modifikationen die sehr merkwürdige Eigenschaft zeigen, dass die der niedrigeren Temperatur entsprechende Modifikation ein grösseres Volum einnimmt, als die der höheren entsprechende, ähnlich wie bei Wismuth und Wasser die Dichte der festen Modifikation geringer ist, als die der flüssigen, d. h. die der höheren Temperatur entsprechende.

6) Der Schwefel.

Der Schwefel krystallisirt bekanntlich aus der geschmolzenen Masse oder aus heissen Lösungen in monosymmetrischen Formen, welche sich beim Abkühlen mehr oder minder rasch in die rhombische Modifikation umwandeln, während umgekehrt letztere beim Erhitzen, wie aus der entstehenden Trübung oder noch besser an der Farbenänderung eines dünnen Blättchens im polarisirten Lichte zu erkennen, in die monosymmetrische übergehen. Man schmilzt zu diesen Beobachtungen am besten eine kleine Menge unter Deckglas auf dem Objektträger und lässt sie erstarren. Nach einiger Zeit tritt dann die Umwandlung in die rhombische Modifikation ein, und man kann nun leicht die Temperatur auf einem Punkte halten, bei dem die Grenzfläche beider Modifikationen eben unbeweglich bleibt, aber bei der geringsten Aenderung nach der einen oder andern Seite ausweicht, je nachdem man abkühlt oder erwärmt.

7) Das doppeltchromsaure Kali.

Wie bekannt krystallisirt dasselbe beim Erstarren nicht sogleich in der gewöhnlichen Modifikation, geht aber beim Abkühlen in diese über. Umgekehrt wandelt sich letztere beim Erhitzen um in die erstere. Unter dem Mikroskop lassen sich beide Erscheinungen leicht verfolgen, wenn man den Objektträger nicht direkt auf den Objekttisch, sondern auf ein Drahtnetz bringt und die Linsen des Objektivs durch Schirme von Glimmer oder umgeleitetes Wasser vor dem schädlichen Einfluss der Hitze schützt.

8) Der Kupfervitriol.

Bei gewöhnlicher Temperatur krystallisirt derselbe wie bekannt in den schönen grossen asymmetrischen Krystallen, bei höherer Temperatur erhielt ich dagegen Krystalle von ganz anderem Aussehen, welche sich beim

*) Memoires de l'Académie Imperiale des sciences de St. Petersbourg, VII. série, tome XV, Nr. 5.

Abkühlen in erstere umwandelten. Beim Erwärmen schritt die Umwandlung wieder rückwärts.

9) Eisenvitriol.

Aus der heissen, etwas angesäuerten Lösung von Eisenvitriol krystallisirt beim Erkalten nicht sogleich die gewöhnliche wasserhaltige Modifikation, sondern eine von durchaus anderem Ansehen, welche indess jedenfalls mit der gleichen Menge Krystallwasser verbunden ist, denn wenn bei fortschreitender Abkühlung auch die gewöhnliche Modifikation auftritt, wächst diese sofort in jene eigenthümlichen Krystalle hinein mit einer Schnelligkeit, welche es durchaus unwahrscheinlich macht, dass hierbei, wie man vermuthen könnte, eine Wasseraufnahme stattfindet. Beim Erwärmen verlangsamt sich die Umwandlung, kann indess nicht rückgängig gemacht werden, da die Krystalle vorher zerfallen in gesättigte Lösung und wasserärmeres Salz.

10) Kohlensaurer Kalk, Kohlenstoff, arsenige und antimonige Säure, Titansäure u. s. w.

Bei diesen Körpern ist die Cohäsion so bedeutend, dass selbst bei Berührung der beiden Modifikationen die Umwandlung nur schwierig oder gar nicht hervorzurufen ist, es muss daher unentschieden bleiben, ob diese Modifikationen wirklich den physikalisch polymeren beizuzählen sind, was indess dadurch wahrscheinlich gemacht wird, dass sich die einen eher in höherer, die andern bei niedriger Temperatur bilden.

3) Umwandlung fester Modifikationen in flüssige.

Ist die aus einer festen Molekülverbindung sich bildende neue Modifikation nicht ebenfalls fest, sondern flüssig, so fällt der hindernde oder begünstigende Einfluss der Krystallisationskraft weg. Es wird die Umwandlung bei einem ganz bestimmten Temperaturpunkte eintreten müssen, d. h. die Temperatur des Schmelzens, wie ja der Uebergang aus einer festen in eine flüssige Modifikation genannt wird, muss eine von zufälligen äusseren Einflüssen durchaus unabhängige sein, nur der Druck, welcher auf dem Ganzen lastet, insofern er die Trennung der alten oder die Bildung der neuen Moleküle beeinflusst, wird im Stande sein, merkbare Aenderungen dieses Schmelzpunkts hervorzubringen, positive oder negative, je nachdem die Substanz beim Uebergang in den festen Zustand sich contrahirt oder ausdehnt. Ferner wird, weil das Wesen des Vorgangs in einer Zersetzung besteht, derselbe von Wärmeabsorption begleitet sein müssen. Beides ist in der That bei allen den zahlreichen hierher gehörigen Fällen beobachtet worden, daher gilt stets der Schmelzpunkt einer Substanz als eine für dieselbe ganz charakteristische Constante. Genau betrachtet wird indess in diesen Fällen die Umwandlung keine vollständige sein, denn im Allgemeinen wird sich ein Theil der festen Moleküle in der entstandenen

Flüssigkeit lösen, so dass wir eine Mischung fester und flüssiger Moleküle erhalten, deren Mengenverhältniss, wie in den analogen Fällen von Dissociation, wesentlich durch die Temperatur bedingt sein wird.

Ist die Dichte des festen Körpers grösser als die des flüssigen, so wird sich in Folge der allmäligen Zersetzung der in ihr noch enthaltenen festen Moleküle die geschmolzene Masse beim Erwärmen über den Schmelzpunkt im Anfange unverhältnissmässig rasch ausdehnen, dann indess langsam und regelmässiger. Ist indess die Dichte der festen Modifikation, wie bei Wasser, geringer, so wird unter denselben Umständen anfänglich nur eine sehr geringe Ausdehnung eintreten oder gar eine negative, d. h. eine Contraction, auf welche ein Dichtigkeitsmaximum folgt, und hierauf erst eine anfänglich beschleunigte, dann normale Ausdehnung, wie es durch die Erfahrung bestätigt wird.

In den besprochenen Fällen entsprach der feste Körper immer der niederen Temperatur; nach Dem, was wir früher bei Zinn und Wismuth, und soeben bei Wasser (und Jodsilber) bemerkten, könnte es auch vorkommen, dass derselbe der höheren Temperatur entsprechen würde. Dies findet in der That statt bei Selen und Phosphor; denn hält man das gewöhnliche amorphe Selen längere Zeit auf einer höheren Temperatur, bei welcher es zähflüssig ist, so wandelt es sich allmälig um in die krystallinische graue Modifikation. Aehnlich entsteht bekanntlich aus gewöhnlichem gelbem Phosphor der rothe. In derartigen Fällen tritt noch ein Zweites hinzu, was die Umwandlung hemmt, die Arbeit, welche nöthig ist, trotz der Abkühlung die Cohäsion zu verringern, während bei den früheren Fällen dieselbe vermehrt wurde, was natürlich gerade umgekehrt die Umwandlung begünstigt. Diesem Umstand ist es wohl zuzuschreiben, dass bei Selen und Phosphor eine Rückumwandlung der unlöslichen Modifikationen nicht mehr eintritt*) und es erklärt sich weiter, dass die durch das Licht oder durch chemische Mittel gespaltenen Moleküle sich zu diesen starren Modifikationen vereinigen**).

*) Bei Selen ist allerdings eine Rückumwandlung möglich in dem Falle, wenn es noch mit der zähflüssigen, rothen Modifikation in Berührung ist. Es ist nämlich in dieser Modifikation löslich, wie aus den im folgenden Abschnitt zu besprechenden Farbenänderungen der letzteren bei Temperaturänderungen und der Art und Weise seiner Ausscheidung (in Krystallen) hervorgeht. Bei den Molekülen, welche sich in Lösung befinden, fällt der Einfluss der Cohäsion fort; sie können sich also umwandeln, neue gehen in Lösung über, wandeln sich ebenfalls um u. s. f., bis schliesslich die ganze feste Masse auf diese Weise umgewandelt ist. In der That sieht man bei der Abkühlung die grauen Krystalle allmälig kleiner werden, wie bei einer Auflösung, während gleichzeitig die Farbe der Flüssigkeit sich aufhellt, was beweist, dass eine Umwandlung der gelösten Moleküle eintritt, denn sonst müsste sie selbstverständlich dunkler werden.

**) Die Ausscheidung des rothen Phosphors aus der Verbindung mit Jod lässt sich leicht unter dem Mikroskop verfolgen, wenn man ein Stückchen Jod in eine dünne Schicht

4) Umwandlung flüssigen Modifikationen in feste.

Tritt beim Erwärmen Dissociation der in Lösung enthaltenen Moleküle des festen Körpers ein, so wird umgekehrt bei der Abkühlung Rückbildung derselben stattfinden müssen. Wo sich im ersten Falle die Flüssigkeit anfänglich rasch ausdehnte, wird sie sich nun gegen den Schmelzpunkt hin rasch zusammenziehen, wo dagegen Contraktion eintrat, wird hier umgekehrt in der Nähe des Erstarrungspunkts ein Dichtigkeitsmaximum und darauf Ausdehnung eintreten. Dass, ähnlich wie die vorige Erscheinung von Wärmeabsorption, diese von Wärmeentbindung begleitet sein muss, ist ohne Weiteres ersichtlich und wird auch durch die Erfahrung bestätigt.

In einer anderen Arbeit soll gezeigt werden, dass sich ein Körper aus seiner Lösung während einer gegebenen Zeit und bei gleicher Zähigkeit der Flüssigkeit in um so vollkommenerer krystalliner Form ausscheidet, je besser er in derselben löslich ist. Wir dürfen daher beim Erstarren einer Flüssigkeit, welche die betrachtete normale Ausdehnung zeigt, erwarten, dass der feste Körper in krystallinischer Form auftrete, was gleichfalls durch die Erfahrung bestätigt wird. Es wird weiter aus jener Arbeit hervorgehen, dass die Entstehung von Wachsthumsskeletten bedingt ist durch den um wachsende Krystalle sich bildenden, relativ substanzarmen Hof. Ein solcher muss sich offenbar auch bei den hier in Betracht kommenden Fällen bilden, da die Ersetzung der durch den Krystall entzogenen Moleküle nicht momentan stattfindet, sondern, wie in allen ähnlichen Fällen von Wiedervereinigung dissociirter Bestandtheile, eine gewisse Zeit beansprucht. Der Hof wird sich deshalb um so besser ausbilden, je rascher das Wachsthum erfolgt; deshalb werden wir um so zartere Krystallskelette erhalten, je schneller die Masse erstarrt, wie dies in der That stattfindet.

Um die beim Erstarren geschmolzener Massen auftretenden Höfe sichtbar zu machen, ist mir nur eine einzige Erscheinung bekannt, das eigenthümliche Verhalten der aus geschmolzenen Massen sich ausscheidenden Krystalle gegen Luftblasen. Sehr schön zeigt sich die Erscheinung bei einer Mischung von geschmolzenem salpetersaurem Silber und salpetersaurem Natron. Sobald ein Krystall eine Luftblase erreichte, wurde dieselbe unter Strömungserscheinungen fortgestossen, blieb sie aber wirklich daran haften, so wurde sie momentan vom Krystall umwachsen, welcher sodann wieder ruhig seinen früheren Weg fortsetzte. Noch auffallender, wenn auch nicht so deutlich, zeigt sich der Vorgang bei der aus geschmolzener Masse krystallisirenden Modifikation von Isohydrobenzoïnbiacetat.

---

geschmolzenen Phosphors bringt und das Fortschreiten der Umwandlung beobachtet. Erst färbt sich die Flüssigkeit durchsichtig roth, zuweilen unter Bildung von Krystallen von Jodphosphor). Dann tritt plötzlich die Ausfällung des Phosphors aus der Verbindung mit Jod in äusserst feinen Flocken ein, welche sich zu einem dichten opaken amorphen Aggregat zusammenfügen.

Sobald irgendwo an der Oberfläche eines solchen Krystalls eine Vakuole (durch Contraktion der Masse) entsteht, wird sofort unter derselben ein Fortsatz gebildet, der rasch aus der Masse herauswächst, die Luftblase stets vor sich herschiebend und ihr überall nachfolgend, was immer für Bahnen sie beschreiben möge (Fig. 15). Zur Erklärung dieser Erscheinungen erwähne ich eine bereits von Weber*) beobachtete eigenthümliche Erscheinung bei Harzniederschlägen. Befindet sich in dem capillaren Raum unter dem Deckglase eine Luftblase auf der einen Seite an Alkohol, auf der andern an Wasser grenzend, so tritt alsbald eine heftige Strömung des Alkohols gegen die Luftblase ein, welche offenbar hervorgerufen wird durch die Ausbreitung und nachherige Absorption des Alkohols längs der Wasseroberfläche. Ganz ähnlich wird sich die weniger concentrirte Flüssigkeit in der Nähe des Krystalls auf der Oberfläche der concentrirteren auf der anderen Seite der Blase ausbreiten und dadurch die besprochene Strömung hervorrufen.

Betrachten wir nun näher den Temperaturpunkt, bei welchem die Erstarrung stattfindet. Ist die Flüssigkeit in Berührung mit einem Krystall der festen Modifikation, so wird bei fortgesetzter Abkühlung ein Punkt kommen, wo die Attraktion der Moleküle durch den Krystall diejenige durch die Moleküle der Flüssigkeit überwiegt, der Punkt der Sättigung, nach dessen Ueberschreiten sich natürlich die Moleküle der Reihe nach an den festen Krystall anlegen werden. Ist aber kein solcher Krystall in Berührung mit der geschmolzenen Masse, dann wird ein ganz ähnlicher Fall eintreten, wie wir ihn bei festen Modifikationen kennen lernten; es wird möglich sein, die Substanz mehr oder minder weit unter diesen Temperaturpunkt abzukühlen, bei welchem sie sich umwandeln würde, wenn sie mit einem Krystall in Berührung wäre. Aeussere Einflüsse, namentlich Erschütterungen können aber hier wie dort einzelne Moleküle zum Zusammengehen zu einem Krystall veranlassen, worauf dann sofort die Vergrösserung dieses Krystalls, d. h. die Umwandlung der Masse erfolgt. Aus diesem Grunde wird der Erstarrungspunkt nicht wie der Schmelzpunkt ein fester Temperaturpunkt sein, sondern innerhalb mehr oder minder weiter Grenzen schwanken. Ist, wie bei Wasser, die feste Modifikation weniger dicht, so wird sich die Zunahme der Menge der festen Moleküle innerhalb der Flüssigkeit natürlich auch im überschmolzenen Zustand offenbaren müssen durch fortgesetzte Ausdehnung der Flüssigkeit bei weiterer Abkühlung. Ist die Viskosität der Flüssigkeit beträchtlich, so lässt sich der Fall denken, dass die Moleküle durch die Zähigkeit der Masse an der Aneinanderreihung zum Krystall gehindert werden, d. h. die Umwandlung allmälig soweit fortschreitet, dass schliesslich nahezu die ganze Masse

*) Leipz. Ber. 1854, pag. 57—67. Pogg. Ann. XCIV, 447.

in ein Aggregat von Molekülen der festen Modifikation umgewandelt ist, d. h. in eine amorphe Masse. Da, ausser auf diese Weise, die Stoffe nur amorphe Struktur annehmen, wenn sie aus Flüssigkeiten niedergeschlagen werden, in welchen sie (physikalisch) unlöslich sind, oder aus zähflüssigen Lösungen, deren Viskosität durch Entziehen des Lösungsmittels immer weiter steigt, so sieht man deutlich, dass Amorphie ein labiler Zustand ist. hervorgebracht durch die Hemmung der Krystallisationskraft, sei es durch Viskosität oder Schwerlöslichkeit. Amorphie ist also keine besondere allotrope oder sonstige, auf verschiedener Constitution der Moleküle beruhende Modifikation, sondern ein besonderer Zustand einer solchen, verknüpft durch die aus sehr kleinen Individuen zusammengesetzten Krystallaggregate mit dem andern Extrem derselben, dem krystallinen Zustand. Es ist aber damit natürlich keineswegs gesagt, dass, wenn bei einem Körper eine amorphe und eine krystalline Modifikation existirt, diese immer identisch seien; es kann sehr wohl die der amorphen entsprechende unter den bestehenden Umständen unfähig sein zu krystallisiren, während die andere von dieser verschiedene Modifikation so bedeutende Krystallisationskraft besitzt, dass sie nicht amorph zu erhalten ist. Durch diese Bemerkungen dürfte sich das zuweilen auffallend verschiedene Verhalten amorpher und krystalliner Zustände derselben Substanz, z. B. von glasiger und porcellanartiger arseniger Säure, von denen erstere wahrscheinlich der rhombischen Modifikation entspricht, ungezwungen erklären lassen.

Besitzt eine Substanz das Vermögen, in der besprochenen Weise allmälig amorph zu erstarren, dann geht natürlich die Ausdehnungscurve rasch aber continuirlich herunter, bis nahezu zur Dichte des krystallisirten Körpers. Dass wirklich die Viskosität es ist, welche die Krystallisation verhindert, muss daraus geschlossen werden, dass die Krystalle in solchen Fällen mit grösster Regelmässigkeit als Sphärokrystalle, d. h. vielfach verzweigt und gekrümmt, erscheinen; dass aber Dies durch den Einfluss der Viskosität auf die richtende Wirkung der Krystallisationskraft veranlasst wird, soll in der erwähnten späteren Arbeit gezeigt werden. Durch Erwärmen wird die Viskosität verringert, es müsste also die Krystallisation erleichtert werden; in der That beobachtet man, wenn man ein Präparat von amorphem Schwefel oder Chlorzink unter dem Mikroskop während der Entglasung erwärmt, eine leichtere Krystallisation bis zur Ausbildung ganz regelmässiger Krystalle. In andern Fällen aber (z. B. Isohydrobenzoïnbiacetat) geht vorher die Umwandlung rückwärts, die Krystalle beginnen sich wieder aufzulösen, d. h. zu schmelzen. Bei der Abkühlung wird umgekehrt das Wachsthum immer mehr und mehr gestört, die Krystalle krümmen und verzweigen sich zu sphärolithischen Aggregaten und hören zuletzt ganz auf sich zu vergrössern.

Betrachten wir noch zum Schlusse diejenigen Fälle, bei welchen die

Flüssigkeit der niedrigeren Temperatur entspricht. Ist die feste Modifikation in derselben löslich, so wird bei Erhöhung der Temperatur die Flüssigkeit sich allmälig contrahiren bis zur Ausscheidung der festen Modifikation und sich ausserdem immer dunkler färben, wenn letztere eine dunkle Farbe besitzt. Natürlich wird in diesem Falle die Ausscheidung krystallinisch erfolgen; ist indess die feste Modifikation unlöslich, so kann sie nur in amorphen Flocken ausfallen, ohne vorausgehende Contraktion und dunklere Färbung der Lösung. In beiden Fällen ist ausserdem eine Ueberhitzung der Flüssigkeit sehr leicht möglich, da entgegen der ausdehnenden Kraft der Wärme die Cohäsion der Substanz vergrössert werden muss. Ein Beispiel für den ersteren Fall bietet das Selen, für den zweiten der Phosphor.

Unter dem Deckglas auf dem Objektträger geschmolzen, erscheint das Selen als hellroth durchsichtige Flüssigkeit. Erwärmt man vorsichtig immer weiter, so treten bald in dieser Flüssigkeit, während sie sich immer dunkler färbt, da und dort schwarze Punkte auf, die sich immer mehr und mehr vergrössern und dadurch als sphärolithische Aggregationen von Krystallen der unlöslichen, grauen Modifikation zu erkennen geben. Dass diese grau durchsichtigen Krystalle in der rothen Flüssigkeit schwarz erscheinen, hat, wie sich bei der spektroskopischen Untersuchung der Absorptionsverhältnisse zeigte, seinen Grund darin, dass die Krystalle selbst fast alles Licht, wenn auch sehr geschwächt, durchlassen bis auf das äusserste Roth, die Flüssigkeit dagegen umgekehrt beinahe alles bis auf diese Stelle im Roth absorbirt, so dass beide übereinander geschichtet alles Licht absorbiren. Herrscht also die Flüssigkeit vor, so erscheint die Masse roth, herrschen dagegen die Krystalle vor, so erscheint dieselbe grau. Bald erfüllen diese das ganze Gesichtsfeld und endlich schmilzt die ganze Masse zu einer kaum mehr durchsichtigen dunklen Flüssigkeit zusammen. Lässt man nun wieder langsam abkühlen, so treten erst die Sphärokrystalle der grauen Modifikation auf, und während diese sich langsam aber beständig wieder verkleinern, nimmt auch die dunkle Färbung der Flüssigkeit rasch ab, und wir erhalten schliesslich wieder die ursprüngliche hellrothe, welche bei fortgesetzter Abkühlung zu der gewöhnlichen amorphen rothen Modifikation erstarrt. Geschieht die Abkühlung rasch, so entstehen die Krystalle der grauen Modifikation nicht, sondern die Flüssigkeit geht allmälig aus dem dunklen Zustande über in den hellrothen. Ebenso verhält es sich bei raschem Erwärmen, indem auch hier zuweilen noch momentan schwarze Krystalle entstehen und wieder verschwinden, zuweilen aber direkt der Uebergang aus dem rothen Zustand in den dunklen erfolgt.

Wird die gewöhnliche leichtflüssige Modifikation des Phosphors längere Zeit auf höhere Temperatur erhitzt, so erstarrt dieselbe allmälig zu einer amorphen rothen Masse. Wahrscheinlich ist die Cohäsion der Theilchen dieser rothen Modifikation so beträchtlich, dass ihre Anziehung durch die

leichtflüssige nicht ausreicht, sie in Lösung überzuführen. Dass die Ursache der amorphen Ausscheidung wirklich in der Unlöslichkeit des rothen Phosphors in dem gewöhnlichen zu suchen ist, erhellt daraus, dass derselbe unter anderen Umständen wohl fähig ist, Krystalle zu bilden, nämlich beim Erstarren der strengflüssigen Modifikation (geschmolzener rother Phosphor) oder aus der Lösung in Blei*).

5) Umwandlung fester Modifikationen in gasförmige und umgekehrt.

Im Wesentlichen durchaus ähnlich der eben besprochenen Umwandlung fester Körper in flüssige, wird die in gasförmige verlaufen. Es wird ganz ebenso eine Lösung des festen Körpers in dem Gase stattfinden, aber bei der Abkühlung wird niemals, wie bei Flüssigkeiten, diese Lösung einen derartigen Grad von Zähigkeit annehmen können, dass dadurch die Beweglichkeit der Moleküle wesentlich gestört und der Condensationspunkt verändert würde. Während also bei der Umwandlung in eine flüssige Modifikation nur der Schmelzpunkt ein durchaus constanter Punkt war, wird bei der Umwandlung in gasförmige sowohl der Verdampfungs- wie der Condensationspunkt bei gegebenem Druck ein fester sein, wie dies denn auch die Erfahrung bei den vielen hierher gehörigen Fällen bestätigt. Es muss indess ausdrücklich hervorgehoben werden »bei gegebenem Druck«, denn schon bei der Umwandlung in eine flüssige Modifikation spielte dieser eine wesentliche Rolle, indem er je nach den Umständen die Bildung oder Zerspaltung der Moleküle begünstigt oder hemmt. Hier wird derselbe noch von weit grösserem Einflusse sein, denn offenbar muss seine Wirkung um so merklicher werden, je mehr die Substanz compressibel, je mehr sie überhaupt gegen Druck empfindlich ist. Erhitzen wir also eine passende Substanz bei constantem Drucke, so wird bei Temperaturen, oberhalb einer bestimmten, Verdampfung, unterhalb Condensation eintreten. Bei einem andern Druck wird sich zwar die Erscheinung im Wesentlichen wiederholen, aber der bestimmte Temperaturpunkt, bei welchem sie stattfindet, wird sich geändert haben und zwar im gleichen Sinne wie der Druck, da letzterer ja die Ausdehnung der Substanz, also die Trennung der Moleküle hemmt. Erhitzen wir deshalb eine solche Substanz, z. B. Jod, in einem geschlossenen Gefässe, so wird Verdampfung eintreten bis der Dampf eine bestimmte Tension erreicht hat. Weitere Verflüchtigung wird erst dann erfolgen, wenn wir weiter erhitzen, wodurch aber natürlich in demselben Maasse auch der Druck steigt. Es lässt sich daher der Fall denken, dass man durch fortgesetztes Erhitzen zu einer Temperatur gelange, bei welcher die festen Moleküle nicht mehr bestehen können, aber

---

*) Denn die so dargestellten schwarzen Krystalle sind wohl identisch mit den aus geschmolzenem Phosphor erhaltenen.

in Folge des herrschenden Drucks auch keine weiteren gasförmigen sich bilden können. Dann muss natürlich Umwandlung in eine dritte Modifikation eintreten, welche aller Erwartung nach flüssig sein muss, d. h. der Körper muss schmelzen, wie dies auch die Erfahrung lehrt. Anders verhält sich die Sache, wenn wir einen derartigen Körper an freier Luft erhitzen. Es kommt alsdann nur der Partialdruck des über der Substanz lagernden Dampfes in Betracht, und da dieser durch Diffusion und Strömung fortwährend entfernt wird, so wird bei jeder Temperatur Verdampfung eintreten, indess um so reichlicher, je rascher der Dampf entfernt wird und je höher die Temperatur. Die Verdampfung kann natürlich nur an der Oberfläche stattfinden, denn gesetzt, sie würde an einem Punkte im Innern beginnen, so müsste dort der Druck sofort derart anwachsen, dass die Umwandlung wieder aufhören müsste.

6) Umwandlung flüssiger Modifikationen in flüssige und gasförmiger in gasförmige.

Die Erscheinungen bei der Umwandlung flüssiger Modifikationen in flüssige oder gasförmiger in gasförmige, werden insofern durchaus ähnlich sein, als kein schroffer Uebergang stattfinden kann, sondern die Moleküle der neu entstehenden sich mit denen der ursprünglichen Modifikation mischen werden, derart, dass ihr Mengenverhältniss, wie bei allen Fällen von Dissociation, wesentlich durch die Temperatur bestimmt ist, nämlich so, dass mit steigender resp. sinkender Temperatur die Menge der neu entstehenden Modifikation auf Kosten der andern immer mehr und mehr zunimmt, bis schliesslich die letztere vollständig verschwunden ist. Der Uebergang wird also ein ganz allmäliger sein und sich bei gefärbten Medien kundgeben durch allmälige Aenderung der Farbe. Hierdurch lässt sich derselbe leicht verfolgen bei Jodsilber. Nach den Beobachtungen von Rodwell*) besitzt diese Verbindung eine zähflüssige und eine leichtflüssige Modifikation. Die erstere hat eine hellgelbrothe Farbe, die leichtflüssige eine dunkelbraunrothe. Betrachtet man eine dünne Schicht der ersteren bei allmäliger Erwärmung unter dem Mikroskop, so färbt sie sich immer dunkler, erst langsam, dann in der Nähe einer bestimmten Temperatur (450°) sehr rasch, bis die Farbe der leichtflüssigen erreicht ist; so dass es, wäre nicht die Trennungsfläche der beiden Modifikationen eine durchaus unbestimmte und verwaschene, fast den Anschein hat, es sei die rothe Modifikation eine feste krystallinische, welche nun an einzelnen Stellen zu schmelzen beginne. Durch das Spektroskop betrachtet, zeigt sich diese Aenderung der Farbe hervorgebracht durch die Verbreiterung eines Absorptionsbandes, welches anfänglich bis hellblau reichte, dann allmälig gegen gelb hin fortschreitet und endlich sich fast plötzlich auch

*) Chem. News **30**, 288; **31**, 4. Chem. Jahresber. **1874**, 72.

über das Gelb ausdehnt, so dass nur noch ein Streifen Roth übrig bleibt. Beim Abkühlen wiederholen sich selbstverständlich diese Erscheinungen in umgekehrter Reihenfolge. Die rasche Umwandlung bei einem bestimmten Punkte erinnert sehr daran, dass hier ein Fall vorliegt, welcher einen gewissen Uebergang bildet zur Umwandlung fester Körper in flüssige und umgekehrt, da ja auch die zähflüssige Modifikation nicht eigentlich mehr Flüssigkeit genannt werden kann, sondern bereits einen recht merklichen Grad von Cohäsion besitzt.

Natürlich muss sich die Aenderung der innern Constitution auch in der Aenderung der Dichte zeigen. Besonders auffallend wird diese, wenn die der höheren Temperatur entsprechende Flüssigkeit grössere Dichte besitzt, indem dann eine allmälige Contraktion der Masse eintreten muss. Ein Beispiel für diesen Fall bietet der Schwefel, welcher bekanntlich zwei flüssige Modifikationen besitzt, von denen die zähere bei höherer Temperatur auftritt und bei langsamerem Abkühlen sich wieder in die dünnflüssige zurück umwandelt. Vergleicht man diese Erscheinungen mit den analogen bei Selen, so entspricht offenbar der hellrothen Flüssigkeit der leichtflüssige Schwefel (dem amorphen Selen also der leichtflüssige überschmolzene Schwefel), der grauen krystallinen und weit dichteren Modifikation der dichtere zähflüssige und ebenfalls in Schwefelkohlenstoff unlösliche Schwefel, endlich der dunklen Flüssigkeit der durch weiteres Erhitzen wieder dünnflüssig gewordene zähe Schwefel.

Die Umwandlung gasförmiger Modifikationen in andere gasförmige lässt sich am einfachsten verfolgen an der allmäligen Aenderung der Dichte, welche sich in der Nähe einer bestimmten Temperatur sehr bedeutend ändern muss, wie dies bei Schwefel- und Selendampf längst bekannt ist. Ob indess diese beiden Fälle wirklich hieher gehören oder in das Gebiet der chemischen Dissociation, ist nicht ohne Weiteres zu entscheiden. Dasselbe gilt von dem Dampfe der Untersalpetersäure, dessen Dissociation sich bekanntlich so schön an der Aenderung seiner Farbe beobachten lässt.

7) Umwandlung flüssiger Modifikationen in gasförmige und umgekehrt.

Da im vorigen Falle die Aggregatzustände der beiden Modifikationen nur geringe Unterschiede zeigten, so konnte ein continuirlicher Uebergang der einen Modifikation in die andere stattfinden. Hier ist dies im Allgemeinen nicht mehr möglich, denn die Cohäsion der Flüssigkeitsmoleküle *)

*) Eine Flüssigkeit ist nicht ein Körper, der keine Cohäsion hat, wie dies zuweilen angegeben wird, sondern einer, dessen Cohäsion zu gering ist, um die Moleküle entgegen der Wärmeabstossung in bestimmter gegenseitiger Stellung zu erhalten, welcher also niemals mit krystallinischer Struktur auftreten kann.

ist zu bedeutend, als dass sie durch die sich eindrängenden Gasmoleküle aufgehoben werden könnte. Sobald also bei einem bestimmten Druck der Gehalt an Gasmolekülen ein bestimmtes Maass überschreitet, können diese nicht mehr aufgenommen werden, sie entweichen daher aus der Flüssigkeit. Erhitzen wir daher eine Flüssigkeit bei gegebenem Druck über eine bestimmte Temperatur, so wird Verdampfung eintreten, kühlen wir sie ab unter einen bestimmten Punkt, so wird Condensation erfolgen. Beide Punkte sind, wie im Falle der Verdampfung eines starren Körpers, vollständig fest und fallen zusammen. Bei Erhitzung im geschlossenen Gefässe oder im freien leeren Raum werden sich ebenfalls im Wesentlichen dieselben Erscheinungen zeigen, wie in diesem letzteren Falle, dagegen ist bei einer Flüssigkeit möglich, dass auch im Innern derselben die Gasausscheidung beginnt und zwar in zwei Fällen: 1) wenn die Flüssigkeit derart rasch erhitzt wird, dass trotz der Verdampfung an der Oberfläche die Dampftension die des Raumes über der Flüssigkeit um etwas mehr übertrifft, als der auf dem bestimmten Punkte innerhalb der Flüssigkeit lastende Druck der letzteren beträgt. 2) Wenn sich innerhalb der Flüssigkeit Blasen eines indifferenten Gases befinden, in welche die Flüssigkeit verdampft; der Druck in der Blase ist gleich der Summe des Drucks des Gases und des Dampfes, wird also leicht grösser werden als die Summe der Dampftension und des Druckes der über der Blase stehenden Flüssigkeit. Tritt dieser Fall ein, so wird sich die Blase vergrössern, d. h. es wird Verdampfen in einem Punkte innerhalb der Flüssigkeit (Sieden) eintreten, eine Erscheinung, die natürlich aufhören wird, sobald die Gasblasen erschöpft sind (Siedeverzüge)*). Vor der Verdampfung einer Flüssigkeit werden also bereits Gasmoleküle in derselben gelöst sein, daher wird, wie dies auch die Tabellen der Ausdehnungscurven bestätigen, die Ausdehnung einer Flüssigkeit gegen den Siedepunkt hin rasch zunehmen. Ebenso wird der entstandene Dampf Flüssigkeitsmoleküle enthalten, oder umgekehrt, unter die Moleküle des Dampfes werden sich in der Nähe des Condensationspunktes Moleküle der Flüssigkeit mischen, es wird also die Contraktion in der Nähe dieses Punktes rasch zunehmen, wie die Erfahrung ebenfalls bestätigt. Bei Essigsäuredampf wurde sogar durch Naumann**) der direkte Beweis geführt, dass die Aenderung der Dichte herrühre von der Bildung complicirterer Moleküle.

Die Menge der in dem Dampfe enthaltenen Flüssigkeitsmoleküle wird natürlich wesentlich auch von dem Drucke des Dampfes abhängen, da dieser die Moleküle einander näher bringt, also ihre Verbindung wesentlich erleichtert. Da hierdurch aber der Aggregatzustand der Mischung sich

*) Vgl. Gernez, Ann. d. chim. et d. phys. 1874, 69.

**) Molekülverbindungen, pag. 83.

immer mehr dem flüssigen nähert, so ist ebenfalls denkbar, dass man schliesslich einen Druck erreiche, bei welchem wirklich ein continuirlicher Uebergang stattfindet, d. h. die Dichte oder das Volum sich nicht plötzlich ändert, sondern allmälig, die Substanz also continuirlich aus dem gasförmigen Zustand in den flüssigen übergeht. In der That lässt sich dieser Druck bei vielen Gasen erreichen, wie es aus den schönen Untersuchungen von Andrews*), namentlich über die Kohlensäure, sehr klar hervorgeht.

In der Nähe des Schmelzpunktes einer Substanz ändert sich die Dampftension derselben stetig. Würde der Dampf der flüssigen Modifikation nur Moleküle der flüssigen enthalten, der der festen nur solche der festen, so wäre dies nicht möglich. Es folgt also, was sich eigentlich schon a priori vermuthen lässt, dass in der Nähe des Schmelzpunktes der Dampf der Substanz sowohl Moleküle der festen wie der flüssigen Modifikation enthalten muss, deren Mengenverhältniss durch die Temperatur bestimmt wird, ganz ähnlich wie das zweier in Lösung befindlicher festen Modifikationen. Unterhalb des Schmelzpunkts kann sich deshalb aus einem solchen Dampfe sowohl der feste wie der flüssige (überschmolzene) Körper ausscheiden, ersterer in Form von Krystallen, letzterer in Tropfen- (nicht Bläschen-)Form, wofern nämlich die Lösung in Bezug auf beide übersättigt ist. Dies wird im Hofe der Krystalle, ganz ähnlich wie in dem citirten Falle, im Allgemeinen nicht mehr stattfinden. Dort wird nur noch die feste Modifikation den Sättigungsgrad überschreiten, aber nicht mehr die flüssige, da ja unterhalb des Gefrierpunkts die Menge der flüssigen Modifikation geringer sein wird, als die der festen. Befinden sich also vor einem wachsenden Krystall Tropfen des condensirten Gases, so werden sich diese vor dem Krystall auflösen müssen. Ist das Gas gemischt mit einem indifferenten Gase, so hat dies, wie ohne Weiteres zu übersehen, auf das Wesentliche des Vorgangs keinen Einfluss. Sehr schön lässt sich die Erscheinung manchmal an gefrorenen Fensterscheiben beobachten, wenn mitten unter den Tröpfchen condensirten Wassers sich ein Eiskrystall bildet. Dieser ist dann (wenn die Tröpfchen hinreichend klein sind) regelmässig von einem ziemlich breiten Hofe umgeben, und in dem Maasse, als er weiterwächst, verschwinden vor ihm die Flüssigkeitstropfen. Leichter lässt sich der Versuch mit Nitrophenol wiederholen, indem man etwas von der Substanz auf einen Objektträger bringt, in kleiner Entfernung darüber einen zweiten erwärmten Objektträger befestigt und nun den ersteren erhitzt. Es condensirt sich alsdann auf dem zweiten der Dampf anfänglich in Tropfenform, allmälig aber, beim Sinken der Temperatur, bilden sich Krystalle, welche sich bald mit einem Hof umgeben, der dadurch entsteht, dass die in ihrer nächsten Umgebung befindlichen Tröpfchen verdampfen.

---

*) Pogg. Ann. Ergänzungsband V, pag. 64.

Man sieht also, wie diese Theorie der Molekularverbindungen eine Menge von Thatsachen erklärt, die vom Standpunkte der Theorie der einfachen Moleküle durchaus unverständlich erscheinen. Namentlich zeigen diese letzteren Erscheinungen der Lösung fester in flüssigen Modifikationen und solcher untereinander sehr deutlich den Grund der ausgesprochenen Analogie, welche stattfindet, einerseits zwischen geschmolzenen Massen und Lösungen, andererseits zwischen verdampfenden Flüssigkeiten und Absorptionen von Gasen. Berücksichtigt man noch weiter die Analogie der beschriebenen Modifikationen mit den Verbindungen von verschiedenem Wassergehalt, so ist die Existenz von allotropen Modifikationen in dem früher definirten Sinne kaum zu bezweifeln. Ich gehe daher nun über zu der zweiten Frage, betreffend die Existenz physikalisch metamerer Modifikationen, d. h. solcher, deren physikalische Moleküle sich unterscheiden durch die Anordnung der sie zusammensetzenden chemischen. Auf diese würde man wohl am besten, falls sie krystallisirt sind, die Bezeichnungen Dimorphie resp. Polymorphie beschränken.

3. Physikalische Metamerie.

Leider fehlen uns die Mittel, die Eigenschaften solcher Modifikationen gemäss einer Analogie mit Molekülverbindungen im voraus zu ermittteln, wenigstens wird bei der geringen Anzahl der Fälle von Dimorphie bei krystallwasserhaltigen Verbindungen kaum zu entscheiden sein, ob dieselben auf verschiedener Vertheilung der Wassermoleküle in Bezug auf die der wasserfreien Substanz innerhalb der zusammengesetzten Moleküle oder durch die der wasserhaltigen innerhalb der physikalischen bedingt sei, da ja zu erwarten ist, dass die Eigenschaften beider im Wesentlichen analoge sein werden. A priori lässt sich im Falle der Polymorphie erwarten, dass die eine Modifikation eine stabilere Anordnung der chemischen Moleküle im physikalischen darbieten wird, als die andere, so dass die labile bei jeder Temperatur im Stande ist, in die stabile überzugehen, wofern Kräfte in Thätigkeit gesetzt werden, welche nach unserer früheren Betrachtung die Verwandlung hervorzurufen im Stande sind, wie die attraktorische Krystallisationskraft der stabilen Modifikation und die den festen Zusammenhang der Theilchen lockernde Kraft der Wärme. Bei stärkerem Erwärmen wird dagegen die Umwandlung langsamer werden, da das Wesen derselben einer Verdichtung vergleichbar ist, und eine solche natürlich durch die abstossende Kraft der Wärme erschwert wird, welche hinsichtlich der Affinität der Moleküle immer mehr das Uebergewicht gewinnt und zuletzt, wofern die Substanz sich nicht vorher zersetzt (beim Schmelzen), dieselbe vollständig überwindet und die Zerspaltung des Moleküls bewirkt. Auch hierbei wird sich noch der Einfluss der verschiede-

nen Stabilität geltend machen, denn es steht zu erwarten, dass diese Zerfällung leichter eintreten werde bei der labilen Modifikation, welche demgemäss einen niedrigeren Schmelzpunkt besitzen müsste, als die stabile.

Derartige Eigenschaften zeigt in der That eine grössere Anzahl von Körpern mit verschiedenen Modifikationen, deren Kenntniss erst eine Errungenschaft der neueren Zeit ist. Es gehören dahin:

1) Benzophenon.

Wie bekannt, erhielt Zincke*) bei der Darstellung dieses Körpers nach mehreren Methoden zwei wesentlich verschiedene Modifikationen. Eine wahrscheinlich monosymmetrisch krystallisirende, dem äusseren Habitus nach Spaltungsstücken von Kalkspath nicht unähnlich, und eine von rhombischer Krystallform. Erstere schmolz bei 26°—26°,5, letztere bei 48°—49°. Es wäre also nach dem Gesagten zu erwarten, dass die letztere die stabilere sei und in der That verhielt sich dies so, denn beim Berühren oder gelinden Erwärmen, zuweilen auch ganz von selbst, wandelten sich erstere in letztere um. Beim Abkühlen der flüssigen Masse, welche zuweilen selbst bei Winterkälte noch flüssig bleibt, entsteht die stabile oder labile Modifikation, je nachdem man mit dem Krystall der einen oder andern berührt. Von selbst entsteht die labile wahrscheinlich dann, wenn die Substanz vorher stark erhitzt war.

2) Bibrompropionsäure.

Tollens**) fand, dass beim Erhitzen der Substanz nur wenig über den Schmelzpunkt während des Erkaltens sich wieder die gewöhnlichen bei 64°—65° schmelzenden Krystalle ausschieden; wurde dagegen weit über den Schmelzpunkt erwärmt, so zeigte sich meistens beim Erstarren der Schmelzpunkt auf 50°—51° herabgedrückt. Unter dem Mikroskop beobachtet, erschienen die Krystalle der ersten Modifikation in Form von Rhomben, die der zweiten als flache nahezu rechtwinklige Tafeln, gewöhnlich strahlig zusammengewachsen. Wurde die überschmolzene Masse mit Krystallen beider Modifikationen gleichzeitig berührt, so wuchsen beide weiter und als sie sich trafen, wuchsen die höher schmelzenden in die andern, also labilen, hinein, bis diese vollständig umgewandelt waren. Bei meinen eigenen Versuchen hierüber ergab sich durchaus dasselbe Resultat, es ist nur noch hinzuzufügen, dass durch Erwärmen das Weiterwachsen der stabilen anfangs beschleunigt, dann verzögert wurde, bis schliesslich die labile in Folge ihres niedrigeren Schmelzpunktes in den flüssigen Zustand überging. Bemerkt muss noch werden, dass fast stets eine dünne Flüssigkeitsschicht zwischen beiden Krystallen übrig blieb, wohl eine Spur von Lösungsmittel. Die von Tollens beobachtete Vakuolenbildung rührt wohl

*) Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, 1871, pag. 576.

**) Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, 1875, pag. 1452.

gegen wächst ein einmal vorhandener Krystall der stabilen auch in der flüssigen Modifikation weiter.

9) Nitrometachlornitrobenzol.

Nach Laubenheimer's*) Beobachtungen existiren vier physikalisch isomere Modifikationen dieser Substanz, drei feste und eine flüssige. Erstere unterschied Laubenheimer als α, β, γ-Modifikation. Die monosymmetrisch krystallisirende, bei 36°,3 schmelzende α-Modifikation entsteht von selbst nach einiger Zeit in der überschmolzenen Masse, am leichtesten beim Eintragen eines Krystalls derselben Modifikation. Mit der Zeit, namentlich nach dem Zerbrechen, wandeln sich die Krystalle um in die γ-Modifikation.

Die β-Modifikation vom Schmelzpunkt 37° entsteht aus der Lösung in Alkohol und Aether oder aus der durch Eintauchen in Wasser von 39°—40° geschmolzenen α-Modifikation in Form langer, harter und spröder monosymmetrischer Prismen. Auch diese wandelt sich nach einiger Zeit in die γ-Modifikation um.

Die γ-Modifikation vom Schmelzpunkt 38°,8 entsteht von selbst aus wässriger Lösung und beim Eintragen eines Krystalls in die geschmolzene Masse oder ätherische Lösung, indess sehr langsam, in dünnen glänzenden, wahrscheinlich rhombischen Krystallen. Da, wie bemerkt, die beiden vorigen Modifikationen mit der Zeit in diese übergehen, so ist es jedenfalls die stabilste.

Als besondere flüssige Modifikation betrachtet Laubenheimer die Flüssigkeit, welche entsteht bei langsamem Abkühlen der geschmolzenen Masse. Mit der Zeit geht auch diese über in die γ-Modifikation.

10) Chlorzink.

Wird geschmolzenes Chlorzink rasch abgekühlt, so bleibt es zum grössten Theile amorph, zum Theil bilden sich darin Sphärokrystalle, die bei schwachem Erwärmen weiterwachsen. Bald entstehen in denselben da und dort trübe Flecken, die sich namentlich beim Erwärmen rasch ausbreiten und dann deutlich als hervorgebracht durch Krystalle einer stabileren Modifikation erscheinen. Beim Schmelzen verschwindet zuerst die labile, wie in den früheren Fällen.

11) Schwefel.

Wird stark erhitzter geschmolzener Schwefel rasch abgekühlt, so erhält man die bekannte zähflüssige Modifikation. Mit der Zeit bilden sich nun in der Masse zweierlei Krystalle, eigenthümlich gekrümmte einer noch unbekannten Modifikation und mehr sphärolithisch ausgebildete der monosymmetrischen. Bei Berührung gehen erstere rasch in letztere über. Beim Erwärmen verschwinden sie zuerst, besitzen also jedenfalls den niedrigeren

*) Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft 1876, pag. 760.

Schmelzpunkt. Bringt man auch rhombischen Schwefel in Berührung mit der zähflüssigen Masse, so wächst auch dieser weiter in Form von fein verästelten und gekrümmten Krystallskeletten, indess sind seine Formen wohl zu unterscheiden von den der eben erwähnten labilen, namentlich wenn man schwach erwärmt, wodurch sie zu schönen grossen Pyramiden-Gruppen anwachsen, während die andern sich zu kleinen blätterartigen Krystallen ausbilden*).

12) Oxycamphoronsäure, schwefelsaure Magnesia, schwefelsaures Nickeloxydul, Manganchlorür u. s. w.

Vielleicht gehören zu den physikalisch metameren Substanzen auch die wasserhaltigen Krystalle von Oxycamphoronsäure**), schwefelsaurer Magnesia***) und schwefelsaurem Nickeloxydul†), allein die Dimorphie dieser Substanzen könnte auch verursacht sein durch verschiedene Stellung der Wassermoleküle gegen die der wasserfreien Verbindung. Zudem ist das Verhalten derartiger wasserhaltiger Substanzen schwer zu untersuchen, einerseits wegen der Leichtigkeit, mit welcher sie sich zersetzen, andererseits aus dem Grunde, weil sehr leicht eine Verwechslung mit Verbindungen von verschiedenem Wassergehalt möglich ist. Es sehen sich nämlich bei oberflächlicher Betrachtung die Umwandlungen in Verbindungen mit anderem Wassergehalt und in allotrope Modifikationen sehr ähnlich, namentlich wenn die wasserreichere Verbindung in die wasserärmere hereinwächst, wobei durch capillare Spalten von aussen her Wasser eingesogen wird. Die Grenzen beider Verbindungen kommen sich dadurch so nahe, dass häufig die Schicht von Lösung zwischen beiden kaum mehr zu erkennen ist. Zur Entscheidung in solchen Fällen ist das sicherste Mittel, soweit zu erwärmen, bis die Umwandlung rückwärts schreitet, d. h. das wasserreichere zerfällt in wasserärmeres. Da hierbei Wasser austritt, so muss sich nun zwischen den Grenzflächen ein mehr oder minder breiter, deutlich erkennbarer Hof bilden, wie dies schon früher beim Zerfallen von Eisenchlorür bemerkt wurde. Noch in anderer Weise können, namentlich bei der mikroskopischen Beobachtung, bei wasserhaltigen Verbindungen

*) Bei noch stärkerer Erhitzung schmelzen zuweilen diese rhombischen Krystalle vor der Umwandlung in die monosymmetrische Form, so dass hier ein ähnliches Ueberspringen einer Modifikation eintreten würde, wie wir dies bei Selen gesehen haben. Bei letzterem wird zuweilen sogar die rothflüssige Modifikation übersprungen, indem sich die rothen Krystalle vor dem Schmelzen umwandeln in die graue Modifikation. Der Schmelzpunkt der rhombischen Modifikation von Schwefel liegt nur sehr wenig unter dem der monosymmetrischen. Bei grösseren Stücken, langsamer Erwärmung und vor allem bei Berührung mit monosymmetrischen Krystallen tritt natürlich das Schmelzen erst nach der Umwandlung ein.

**) Zepharovich, Sitzungsber. d. wien. Akad. 1876, Januar.

***) Kopp, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 125, S. 169.

†) Lecoq de Boisbaudran, Jahresber. f. Chem. 1868, 46.

XI. Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Krystallographie.

Von

Th. Liebisch in Berlin.

Die analytisch-geometrische Behandlungsweise der Krystallographie ist die einfachste und natürlichste unter allen Methoden. Dies ist die Ueberzeugung, welche Friedrich Naumann in der Vorrede zu seinem classischen Lehrbuche der reinen und angewandten Krystallographie 1830 aussprach, und welcher er später durch folgende Worte Ausdruck verlieh:

»Seitdem Weiss die Beziehung aller Flächen einer und derselben Krystallform auf ein bestimmtes Axensystem geltend gemacht, und das Parameter-Verhältniss einer jeden Krystallfläche als ihr krystallographisches Zeichen eingeführt hatte, seitdem war eigentlich für die Krystallographie die Methode der analytischen Geometrie als diejenige Methode bezeichnet worden, deren sie sich vorzugsweise bedienen sollte, um zu einer möglichst einfachen Lösung ihrer meisten Probleme zu gelangen«. *)

Naumann fügt hinzu, dass dessenungeachtet seine Methode nur wenig Eingang gefunden habe. In der That werden die Behandlungen der Krystallographie, welche sich ausschliesslich des Hülfsmittels der Trigonometrie bedienen, derjenigen Naumann's vorgezogen. Können die Formeln der rechnenden Krystallographie auf sphärisch-trigonometrischem Wege in sehr einfacher Weise gewonnen werden, so liegt hierin doch kein zureichender Grund für die Verzichtleistung auf die augenscheinlichen Vortheile der in der Natur des Gegenstandes begründeten analytischen Methode; um so weniger, als die vorhandenen analytischen Behandlungen einer Modification, welche sie zu der trigonometrischen Methode in nahe Beziehung setzt, fähig und bedürftig sind.

In Uebereinstimmung mit G. Lamé, A. T. Kupffer und F. E. Neumann, denen sich später in dieser Hinsicht M. L. Frankenheim, A. Bravais,

---

*) C. Fr. Naumann, Elemente der theoretischen Krystallographie. 1856. Vorrede.

Qu. Sella, W. H. Miller, A. Grunert u. A.*) angeschlossen haben, definirte Naumann die Krystallflächen, und folglich auch ihre Erzeugnisse, die Zonenaxen, als Punktgebilde. Demgemäss legte er seiner Darstellung die Gleichung einer Krystallfläche in Punktcoordinaten zu Grunde. Da thatsächlich von der Ermittelung der Lage einer Krystallfläche vermittelst Fixirung der sie bestimmenden Punkte keine Anwendung gemacht wird, so ist die Einführung von Punktcoordinaten in die geometrische Betrachtung der Krystalle nicht nothwendig. Es scheint daher der Versuch von zweckmässigeren Coordinaten auszugehen nicht überflüssig.

Nach dem Gesetz der Zonen von Chr. S. Weiss werden alle an einem Krystall möglichen Flächen durch die Zonenaxen des Krystalls bestimmt; und zwar bestimmen zwei Zonenaxen eine Krystallfläche. Umgekehrt sind die Zonenaxen ein Erzeugniss der Krystallflächen: durch den Schnitt zweier Flächen entsteht eine Zonenaxe. Setzt man der Deduction der Krystallflächen und der Zonenaxen aus einander keine Grenze, so repräsentirt jeder der beiden auf diese Weise erzeugten, aus gleichartigen Elementen bestehenden Complexe eine zweifach ausgedehnte Mannichfaltigkeit. Da nur die Richtung, nicht die absolute Lage der Krystallflächen und der Zonenaxen bestimmt ist, so kann man sich den Complex der Krystallflächen als ein Ebenenbündel vorstellen, dessen Schnittgeraden dem Complex der Zonenaxen entsprechen. Jede Fläche erscheint als Träger eines Büschels von Zonenaxen, jede Zonenaxe als Träger eines Büschels von Flächen. Diese in dem Gesetze der Zonen enthaltene Beziehung

---

*) G. Lamé, Examen des différentes méthodes empl. pour resoudre les problèmes de géom. Paris, 1818.

A. T. Kupffer, Ueber die Krystallform des Kupfervitriols. Pogg. Ann. 1826. Bd. 8. S. 61 f., 215 f.

——, Ueber die Krystallisation des Adulars. Pogg. Ann. 1828. Bd. 13. S. 209 f.

——, Handbuch der rechnenden Krystallonomie. 1831.

F. E. Neumann, Beiträge zur Krystallonomie. 1823.

M. L. Frankenheim, Einige Sätze aus der Geometrie der geraden Linie. In: Crelle, Journal für reine Mathem. Bd. 8. S. 178. 1832.

A. Bravais, Études crystallographiques. Paris, 1866.

Qu. Sella, Sulla legge di connessione delle forme cristalline di una stezza sostanza. Nuovo Cimento IV. S. 93. 1856.

——, Sulle forme cristalline del Boro adamantino. Acad. R. delle Sc. di Torino. Class. Fis. e Mat. Ser. 2. XVII. 1857.

W. H. Miller, On the employment of the gnomonic projection of the sphere in Crystallography. Phil. Mag. 1859.

——, A Tract on Crystallography. 1863. (Uebersetzt von P. Joerres. Bonn, 1864.)

——, On the crystallographic method of Grassmann etc. Cambr. Phil. Soc. Part V. 1868.

J. A. Grunert, Die allgemeinsten Gesetze der Krystallographie u. s. w. Arch. d. Math. und Phys. 1860. Bd. 34, S. 121 f.

zwischen Krystallflächen und Zonenaxen kann durch den Satz ausgesprochen werden:

»Die an einem Krystall möglichen zweifachen Mannichfaltigkeiten der Flächen und der Zonenaxen stehen sich dualistisch gegenüber«.

Die Auffassung, der zu Folge die Krystallflächen als Punktgebilde betrachtet wurden, führte unvermeidlich zu dem Uebelstande, dass der zwischen Krystallflächen und Zonenaxen herrschende Dualismus eines vollkommen entsprechenden analytischen Ausdruckes entbehrte. Eine Krystallfläche wurde durch eine Gleichung dargestellt, eine Zonenaxe erforderte zwei Gleichungen*). Eine derartige Unsymmetrie der analytischen Ausdrücke für Flächen und Zonenaxen ist aber nicht naturgemäss.

Aus dieser Erwägung fliesst für eine analytisch-geometrische Behandlung der Krystallographie die Forderung Krystallflächen und Zonenaxen als selbstständige Elemente einzuführen und die Gleichung einer Fläche in Zonenaxencoordinaten, die Gleichung einer Zonenaxe in Flächencoordinaten zu Grunde zu legen. Dem zwischen diesen Gebilden bestehenden Dualismus wird eine genau entsprechende Darstellung zu Theil, wenn mit Hülfe passend gewählter Flächencoordinaten u_1, u_2, u_3 und Zonenaxencoordinaten ξ_1, ξ_2, ξ_3 eine in den u_i, ξ_i $(i = 1, 2, 3)$ symmetrische lineare Gleichung

$$u_1 \xi_1 + u_2 \xi_2 + u_3 \xi_3 = o$$

aufgestellt wird, welche, je nachdem man das eine oder das andere in ihr auftretende Grössensystem als constant betrachtet, die allgemeine Gleichung einer Fläche oder einer Zonenaxe darstellt, und welche erfüllt sein muss, wenn die Fläche u die Zonenaxe ξ enthalten soll.

Es soll in dem Folgenden dargelegt werden in wie naher Beziehung diese Coordinaten zu den Parametern und den Indices stehen, so dass die Vortheile einer analytischen Entwickelung der geometrischen Verhältnisse der Krystalle nicht an die Einführung der dem vorliegenden Gegenstand fremden Punktcoordinaten gebunden erscheinen.

1.

Coordinatensystem. — Der Mittelpunkt des zu betrachtenden Flächen- und Zonenaxenbündels sei der Punkt o. Als Coordinatenaxen seien drei durch o gehende, nicht in einer Ebene liegende Zonenaxen ox_1, ox_2, ox_3, deren positive Richtungen willkürlich aber fest bestimmt seien, gewählt. Von den durch diese Axen gebildeten Winkeln sollen diejenigen als die positiven gelten, welche durch eine Drehung der positiven Richtungen der Coordinatenaxen in der cyclischen Aufeinanderfolge $(ox_1,$

*) Vgl. Naumann, Elemente § 17, § 23.

$o x_2$. $o x_3$) beschrieben werden: $(x_2 x_3)$, $(x_3 x_1)$, $(x_1 x_2)$. Die Ecke $o x_1 x_2 x_3$, welche für einen Betrachter, dem bei dieser Bewegung die positiven Richtungen der Coordinatenaxen aufwärts gerichtet erscheinen, zur Linken bleibt, heisse die positive. Hiermit ist auf allen Flächen und also auch zwischen je zwei Zonenaxen ein Drehungssinn als der positive fixirt. Die positive Richtung der Normale einer Fläche ist diesen Bestimmungen gemäss diejenige, welche für einen Betrachter, dem die auf der Fläche festgesetzte Drehung als eine linksumgehende erscheint, aufwärts gerichtet ist. So ist für jede Fläche eine positive und eine negative Seite unterschieden.

Die Normalen der Coordinatenflächen $x_2 x_3$, $x_3 x_1$, $x_1 x_2$ seien beziehungsweise $o\nu_1$, $o\nu_2$, $o\nu_3$. Dann ist $o\nu_1 \nu_2 \nu_3$ die Polarecke zu $o x_1 x_2 x_3$. Bezeichnet man den an einer Coordinatenaxe $o x_i$ ($i = 1, 2, 3$) liegenden und von der positiven Seite der im angegebenen Cyclus vorangehenden mit der negativen Seite der in demselben folgenden Coordinatenfläche gebildeten äusseren Flächenwinkel der Ecke $o x_1 x_2 x_3$ mit (x_i), und legt man den (ν_i) die analoge Bedeutung für die Ecke $o\nu_1 \nu_2 \nu_3$ bei, so finden die Beziehungen statt:

$$(x_1) = (\nu_2 \nu_3), \quad (x_2) = (\nu_3 \nu_1), \quad (x_3) = (\nu_1 \nu_2),$$
$$(x_2 x_3) = (\nu_1), \quad (x_3 x_1) = (\nu_2), \quad (x_1 x_2) = (\nu_3).$$

Die an den Coordinatenaxen liegenden inneren Flächenwinkel, also die Supplemente der (x_i), (ν_i) sollen bezüglich mit $(\overline{x_i})$, $(\overline{\nu_i})$ bezeichnet werden.

Unter dem Einfallswinkel einer Zonenaxe in Bezug auf eine Fläche soll der Winkel verstanden werden, welchen die positive Richtung der Zonenaxe mit der positiven Richtung der Normale der Fläche bildet. Eine Zonenaxe liegt auf der positiven Seite einer Fläche, wenn ihr Einfallswinkel in Bezug auf diese Fläche kleiner als 90° ist.

2.

Der Sinus der Ecke $o x_1 x_2 x_3$. — In dem Folgenden sollen einige der Relationen, welche die vielfach untersuchte und von v. Staudt als das Quadrat des Sinus der Ecke $o x_1 x_2 x_3$ bezeichnete Determinante:

$$\sin^2 (x_1 x_2 x_3) = \begin{vmatrix} 1 & \cos (x_1 x_2) & \cos (x_1 x_3) \\ \cos (x_2 x_1) & 1 & \cos (x_2 x_3) \\ \cos (x_3 x_1) & \cos (x_3 x_2) & 1 \end{vmatrix}$$

und die aus ihr ableitbaren Grössen darbieten, für die später vorzunehmenden Anwendungen zusammengestellt werden. Bezeichnen wir den vorstehenden Ausdruck mit Δ, so ist:

$$\Delta = 1 - \{\cos^2 (x_2 x_3) + \cos^2 (x_3 x_1) + \cos^2 (x_1 x_2)\} +$$
$$2 \cos (x_2 x_3) \cos (x_3 x_1) \cos (x_1 x_2).$$

Die Berechnung von Δ geschieht am einfachsten mit Hülfe der Formel:

$$\Delta = 4 \sin(s) \sin\{(s) - (x_2x_3)\} \sin\{(s) - (x_3x_1)\} \sin\{(s) - (x_1x_2)\},$$

worin:

$$2(s) = (x_2x_3) + (x_3x_1) + (x_1x_2).$$

Unter Benutzung der abgekürzten Bezeichnung:

$$\cos(x_ix_k) = c_{ik} = c_{ki} \quad (i, k = 1, 2, 3)$$

ist:

$$\Delta = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{vmatrix}$$

Die zweigliedrigen Unterdeterminanten von Δ, welche mit Δ_{ik} bezeichnet werden sollen, haben folgende Werthe:

$$\Delta_{11} = \sin^2(x_2x_3),\ \Delta_{22} = \sin^2(x_3x_1),\ \Delta_{33} = \sin^2(x_1x_2),$$

(1)
$$\begin{aligned} \Delta_{23} = \Delta_{32} &= \cos(x_3x_1)\cos(x_1x_2) - \cos(x_2x_3), \\ \Delta_{31} = \Delta_{13} &= \cos(x_1x_2)\cos(x_2x_3) - \cos(x_3x_1), \\ \Delta_{12} = \Delta_{21} &= \cos(x_2x_3)\cos(x_3x_1) - \cos(x_1x_2). \end{aligned}$$

Mit Hülfe der Δ_{ik} kann man an Stelle von Δ setzen:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{3} c_{ik}\Delta_{ik}$$

für $k = 1, 2, 3$.

Bezeichnet man die aus den Δ_{ik} gebildete Determinante mit δ, die zweigliedrigen Unterdeterminanten von δ mit δ_{ik}, so finden folgende Beziehungen statt:

(2)
$$\delta_{11} = \Delta,\ \delta_{22} = \Delta,\ \delta_{33} = \Delta.$$

Wendet man einen von Gauss gefundenen Satz*) auf die Grössen Δ_{ik} $(i \gtrless k)$ an, so ergiebt sich:

(3)
$$\begin{aligned} \Delta_{23} = \Delta_{32} &= \sin(x_3x_1)\sin(x_1x_2)\cos(x_1), \\ \Delta_{31} = \Delta_{13} &= \sin(x_1x_2)\sin(x_2x_3)\cos(x_2), \\ \Delta_{12} = \Delta_{21} &= \sin(x_2x_3)\sin(x_3x_1)\cos(x_3). \end{aligned}$$

Mit Hülfe der Formeln (3), welche den Fundamentalsatz der sphärischen Trigonometrie aussprechen, berechnet man bekanntlich die Winkel (x_i) zwischen den Coordinatenflächen aus den Winkeln (x_ix_k) zwischen den Coordinatenaxen.

Aus (3) folgt:

$$\begin{aligned} \Delta^2_{23} = \Delta^2_{32} &= \Delta_{22}\Delta_{33}\cos^2(x_1) \\ \Delta^2_{31} = \Delta^2_{13} &= \Delta_{33}\Delta_{11}\cos^2(x_2) \\ \Delta^2_{12} = \Delta^2_{21} &= \Delta_{11}\Delta_{22}\cos^2(x_3) \end{aligned}$$

oder:

---

*) Disquisitiones generales circa superficies curvas. 1828. Werke Bd. IV. pag. 220, 221. — Vgl. Baltzer, Determinanten. 3. Aufl. 1870. S. 205.

$$(4)\qquad \begin{aligned} \Delta_{22}\Delta_{33}\sin^2(x_1) &= \Delta_{22}\Delta_{33} - \Delta^2_{23} = \delta_{11} \\ \Delta_{33}\Delta_{11}\sin^2(x_2) &= \Delta_{33}\Delta_{11} - \Delta^2_{31} = \delta_{22} \\ \Delta_{11}\Delta_{22}\sin^2(x_3) &= \Delta_{11}\Delta_{22} - \Delta^2_{12} = \delta_{33} \end{aligned}$$

und diese Werthe sind nach (2) gleich Δ.

Demnach ergiebt sich aus (4), wenn für die Δ_{ii} ($i = 1, 2, 3$) ihre in (1) angegebenen Werthe eingetragen werden:

$$(5)\qquad \begin{aligned} \sin(x_3 x_1)\sin(x_1 x_2)\sin(x_1) &= \sqrt{\Delta} \\ \sin(x_1 x_2)\sin(x_2 x_3)\sin(x_2) &= \sqrt{\Delta} \\ \sin(x_2 x_3)\sin(x_3 x_1)\sin(x_3) &= \sqrt{\Delta}. \end{aligned}$$

Hierin ist $\sqrt{\Delta} = \sin(x_1 x_2 x_3)$ positiv zu nehmen, wenn die Winkel $(x_i x_k)$ und (x_i) in dem Sinne beschrieben werden, der im § 1 als positiver angenommen wurde.

Die Gleichungen (5) lassen erkennen, dass:

$$\begin{aligned} \sin(x_1 x_2 x_3) &= \sin(x_2 x_3 x_1) = \sin(x_3 x_1 x_2) \\ = -\sin(x_1 x_3 x_2) &= -\sin(x_2 x_1 x_3) = -\sin(x_3 x_2 x_1). \end{aligned}$$

Aus (3) und (5) folgt:

$$(6)\qquad \begin{aligned} \tan(x_1) &= \frac{\sqrt{\Delta}}{\Delta_{23}} = \frac{\sqrt{\Delta}}{\Delta_{32}} \\ \tan(x_2) &= \frac{\sqrt{\Delta}}{\Delta_{31}} = \frac{\sqrt{\Delta}}{\Delta_{13}} \\ \tan(x_3) &= \frac{\sqrt{\Delta}}{\Delta_{12}} = \frac{\sqrt{\Delta}}{\Delta_{21}}. \end{aligned}$$

Wendet man den oben erwähnten Gauss'schen Satz auf je zwei Axenpaare ox_i, ox_k und $o\nu_i$, $o\nu_k$ an, so erhält man folgende Beziehungen:

$$(7)\qquad \begin{aligned} \sin(\nu_1)\sin(x_1)\cos(\nu_1 x_1) &= \cos(x_2\nu_2)\cos(x_3\nu_3) \\ \sin(\nu_2)\sin(x_2)\cos(\nu_2 x_2) &= \cos(x_3\nu_3)\cos(x_1\nu_1) \\ \sin(\nu_3)\sin(x_3)\cos(\nu_3 x_3) &= \cos(x_1\nu_1)\cos(x_2\nu_2), \end{aligned}$$

aus denen hervorgeht, dass:

$$(8)\qquad \begin{aligned} \sin(\nu_2)\sin(x_2)\sin(\nu_3)\sin(x_3) &= \cos^2(x_1\nu_1) \\ \sin(\nu_3)\sin(x_3)\sin(\nu_1)\sin(x_1) &= \cos^2(x_2\nu_2) \\ \sin(\nu_1)\sin(x_1)\sin(\nu_2)\sin(x_2) &= \cos^2(x_3\nu_3). \end{aligned}$$

Nun folgt aus (5):

$$\sin(x_i) : \sin(x_k) = \sin(\nu_i) : \sin(\nu_k),$$

also gehen die Relationen (8) über in:

$$(9)\qquad \begin{aligned} \sin(\nu_2)\sin(x_3) &= \sin(\nu_3)\sin(x_2) = \cos(x_1\nu_1) \\ \sin(\nu_3)\sin(x_1) &= \sin(\nu_1)\sin(x_3) = \cos(x_2\nu_2) \\ \sin(\nu_1)\sin(x_2) &= \sin(\nu_2)\sin(x_1) = \cos(x_3\nu_3). \end{aligned}$$

Demnach kann man jetzt an Stelle der Gleichungen (5) auch die folgenden schreiben:

$$(10)\qquad \begin{aligned} \sin(x_2 x_3)\cos(x_1\nu_1) &= \sqrt{\Delta} \\ \sin(x_3 x_1)\cos(x_2\nu_2) &= \sqrt{\Delta} \\ \sin(x_1 x_2)\cos(x_3\nu_3) &= \sqrt{\Delta}. \end{aligned}$$ —

Dieselben Ausführungen, zu denen Δ Anlass giebt, können auch mit dem Quadrat des Sinus der Ecke $o\nu_1\nu_2\nu_3$:

$$\sin^2(\nu_1\nu_2\nu_3) = \begin{vmatrix} 1 & \cos(\nu_1\nu_2) & \cos(\nu_1\nu_3) \\ \cos(\nu_2\nu_1) & 1 & \cos(\nu_2\nu_3) \\ \cos(\nu_3\nu_1) & \cos(\nu_3\nu_2) & 1 \end{vmatrix},$$

welches mit D bezeichnet werden möge, angestellt werden.

Die den Relationen (10) entsprechenden Ausdrücke

$$(10a)\qquad \begin{aligned} \sin(\nu_2\nu_3)\cos(\nu_1 x_1) &= \sqrt{D} \\ \sin(\nu_3\nu_1)\cos(\nu_2 x_2) &= \sqrt{D} \\ \sin(\nu_1\nu_2)\cos(\nu_3 x_3) &= \sqrt{D} \end{aligned}$$

geben mit (10a) verglichen:

$$(11)\qquad \frac{\sqrt{D}}{\sqrt{\Delta}} = \frac{\sin(x_i)}{\sin(\nu_i)} \quad (i = 1, 2, 3)$$

oder:

$$\frac{\sqrt{D}}{\sqrt{\Delta}} = \frac{\sin(x_2)\sin(x_3)\sin(\nu_1)}{\sin(\nu_2)\sin(\nu_3)\sin(x_1)}.$$

Mit Rücksicht auf (5) folgt hieraus:

$$(12)\qquad \begin{aligned} \frac{\sqrt{D}}{\sqrt{\Delta}} &= \frac{\sqrt{\Delta}}{\sin(\nu_1)\sin(\nu_2)\sin(\nu_3)} \\ \frac{\sqrt{D}}{\sqrt{\Delta}} &= \frac{\sin(x_1)\sin(x_2)\sin(x_3)}{\sqrt{D}}, \end{aligned}$$

und ferner mit Benützung von (9):

$$\sqrt{\Delta}.\sqrt{D} = \sin(x_1 x_2 x_3)\sin(\nu_1\nu_2\nu_3) = \cos(x_1\nu_1)\cos(x_2\nu_2)\cos(x_3\nu_3)$$
$$(13)\qquad = \sin(x_1)\sin(x_2)\sin(x_3)\sin(\nu_1)\sin(\nu_2)\sin(\nu_3).$$

3.

Coordinaten einer Fläche und einer Zonenaxe.

Wir gehen aus von der Definition:

Die homogenen Coordinaten einer Fläche u sind drei Zahlen u_1, u_2, u_3, welche sich verhalten wie die Cosinus der Einfallswinkel der Coordinatenaxen ox_1, ox_2, ox_3 in Bezug auf diese Fläche.

Bedeuten ν die Normale der Fläche u und ϱ einen Proportionalitätsfactor, so ist:

$$(14)\qquad \begin{aligned} \varrho u_1 &= \cos(\nu x_1) \\ \varrho u_2 &= \cos(\nu x_2) \\ \varrho u_3 &= \cos(\nu x_3). \end{aligned}$$

Die homogenen Coordinaten einer Zonenaxe findet man auf folgendem Wege. Es werde eine mit Hülfe von drei Constanten ξ_1, ξ_2, ξ_3 gebildete lineare Verbindung der drei variablen Flächencoordinaten u_1, u_2, u_3 gleich Null gesetzt:

(15) $$u_1\xi_1 + u_1\xi_2 + u_3\xi_3 = o.$$

Diejenigen Flächen, deren Coordinaten dieser Gleichung genügen, bilden ein Flächenbüschel. Die Verhältnisse der Werthe $\xi_1 : \xi_2 : \xi_3$, welche den Gleichungen zweier beliebigen Flächen u', u'' des Büschels

$$u_1'\xi_1 + u_2'\xi_2 + u_3'\xi_3 = o$$
$$u_1''\xi_1 + u_2''\xi_2 + u_3''\xi_3 = o$$

gemein sind:

(16) $$\xi_1 : \xi_2 : \xi_3 = u_2'u_3'' - u_3'u_2'' : u_3'u_1'' - u_1'u_3'' : u_1'u_2'' - u_2'u_1'',$$

können als die Coordinaten der Axe desselben angesehen werden. Bezeichnet man die in (16) rechtsstehenden Ausdrücke der Kürze wegen mit:

$$(u'u'')_1, \quad (u'u'')_2, \quad (u'u'')_3,$$

so kann (16) auch in der Form geschrieben werden:

(17) $$\sigma\xi_i = (u'u'')_i \; (i = 1, 2, 3),$$

worin σ einen Proportionalitätsfactor bedeutet. Die Gleichung (15) nimmt jetzt die Gestalt an:

(18) $$u_1 (u'u'')_1 + u_2 (u'u'')_2 + u_3 (u'u'')_3 = o.$$

Dies ist die Bedingung dafür, dass eine variable Fläche u durch die den Flächen u' und u'' gemeinsame Zonenaxe geht, oder m. a. W. dies ist die Gleichung der Zonenaxe ξ, welche bestimmt gedacht wird durch die Flächen u' und u''.

Die Grössen $(u'u'')_i$ lassen sich mit Hülfe des angezogenen Gauss-schen Satzes umformen:

(19) $$\begin{aligned}(u'u'')_1 &= \sin(\nu'\nu'') \sin(x_2x_3) \cos(\nu'\nu''\frown x_2x_3)\\ (u'u'')_2 &= \sin(\nu'\nu'') \sin(x_3x_1) \cos(\nu'\nu''\frown x_3x_1)\\ (u'u'')_3 &= \sin(\nu'\nu'') \sin(x_1x_2) \cos(\nu'\nu''\frown x_1x_2).\end{aligned}$$

Um hieraus die von der Wahl der Flächen u', u'' des Büschels abhängigen Grössen zu entfernen nehmen wir $\sin(\nu'\nu'')$ in den Proportionalitätsfactor auf und führen an Stelle der Winkel zwischen der die Normalen der Flächen des Büschels enthaltenden Fläche und den Coordinatenflächen die ihnen gleichen Winkel ein, welche die Axe des Büschels mit den Normalen $o\nu_1$, $o\nu_2$, $o\nu_3$ der Coordinatenflächen einschliesst. Dann ergiebt sich:

(20) $$\begin{aligned}\sigma\xi_1 &= \sin(x_2x_3) \cos(\xi\nu_1)\\ \sigma\xi_2 &= \sin(x_3x_1) \cos(\xi\nu_2)\\ \sigma\xi_3 &= \sin(x_1x_2) \cos(\xi\nu_3),\end{aligned}$$

d. h.

die Coordinaten einer Zonenaxe ξ sind drei Zahlen ξ_1, ξ_2, ξ_3, welche sich verhalten wie die Cosinus der Einfallswinkel der Zonenaxe ξ bezüglich der Coordinatenflächen, jeder Cosinus multiplicirt mit dem Sinus des entsprechenden Coordinatenaxenwinkels.

Die Verhältnisse der Werthe $u_1 : u_2 : u_3$, welche den Gleichungen zweier Zonenaxen ξ' und ξ''

$$u_1 \xi_1' + u_2 \xi_2' + u_3 \xi_3' = o$$
$$u_1 \xi_1'' + u_2 \xi_2'' + u_3 \xi_3'' = o$$

gemein sind:

(21) $$u_1 : u_2 : u_3 = \xi_2' \xi_3'' - \xi_2'' \xi_3' : \xi_3' \xi_1'' - \xi_3'' \xi_1' : \xi_1' \xi_2'' - \xi_1'' \xi_2'$$

oder:

(22) $$\varrho u_i = (\xi' \xi'')_i \quad (i = 1, 2, 3),$$

sind die Coordinaten der jene Zonenaxen enthaltenden Fläche.

(23) $$(\xi' \xi'')_1 \xi_1 + (\xi' \xi'')_2 \xi_2 + (\xi' \xi'')_3 \xi_3 = o$$

ist die Bedingung dafür, dass eine variable Zonenaxe ξ in der durch die Zonenaxen ξ' und ξ'' bestimmten Fläche liege, oder m. a. W. dies ist die Gleichung der Fläche u, welche durch die Zonenaxen ξ' und ξ'' bestimmt gedacht wird.

Die Gleichungen (18) und (23) können in die Gleichung

(24) $$u_1 \xi_1 + u_2 \xi_2 + u_3 \xi_3 = o$$

zusammengefasst werden, deren Bedeutung nun durch den Satz ausgesprochen werden kann: Werden die Grössen u_i als constant angesehen, so erfüllen die Coordinaten ξ_i aller in der Fläche u liegenden Zonenaxen ξ die Gleichung; betrachtet man die ξ_i als constant, so wird die Gleichung befriedigt von den Coordinaten u_i aller durch die Zonenaxe ξ gehenden Flächen u.

Die bekannten Gleichungen (18) und (23) sind bisher in einer Form ausgesprochen worden, welche nicht gestattet weitere Operationen mit ihnen vorzunehmen. Man sagte z. B.: Unter der Bedingung (18) sind drei Flächen tautozonal. Diese Deutung macht die Beziehung (18) unfruchtbar. Jede dritte Fläche u, welche mit zwei anderen Flächen u' und u'' in derselben Zone liegt, erfüllt die Bedingung (18); d. h. (18) ist die Gleichung der Zonenaxe $(u' u'')$, wenn u variabel gesetzt wird. Mit Hülfe dieser Auffassung ergeben sich unmittelbar alle geometrischen Eigenschaften der Krystalle, welche aus dem Gesetz der Zonen fliessen.

4.

Uebergang von den Coordinaten zu den Indices.

Stellt man sich vor, dass die Fläche u aus dem Mittelpunkt o heraus parallel mit sich verschoben werde, so ist offenbar, dass die Coordinaten u_1, u_2, u_3 proportional sind den reciproken Längen der von der Fläche u auf den Coordinatenaxen gebildeten Abschnitte v_1, v_2, v_3:

$$u_1 : u_2 : u_3 = \frac{1}{v_1} : \frac{1}{v_2} : \frac{1}{v_3}.$$

Die Abschnitte v_i sollen nun gemessen werden mit Hülfe derjenigen Abschnitte a_1, a_2, a_3, welche durch eine beliebig aber fest gewählte Fläche a des Krystalls auf den Coordinatenaxen bestimmt werden. Setzt man dann:

$$v_1 : v_2 : v_3 = \frac{a_1}{h_1} : \frac{a_2}{h_2} : \frac{a_3}{h_3}$$

also

(25) $$u_1 : u_2 : u_3 = \frac{h_1}{a_1} : \frac{h_2}{a_2} : \frac{h_3}{a_3},$$

so heissen die hierdurch definirten Grössen h_1, h_2, h_3 die Indices der Fläche u, deren Gleichung die Form annimmt:

$$\frac{h_1}{a_1}\xi_1 + \frac{h_2}{a_2}\xi_2 + \frac{h_3}{a_3}\xi_3 = o.$$

Die Gleichungen (25) sprechen auch den Zusammenhang zwischen den Coordinaten u_i und den von Chr. S. Weiss eingeführten Parametern $\frac{a_i}{h_i}$ der Fläche u aus. Sie bilden die Grundlage für die Berechnung der Axeneinheiten a_1, a_2, a_3.

Es ist üblich einer Fläche u das Symbol $\{h_1 h_2 h_3\}$ beizulegen. Negative Indices werden hierin mit $\bar{h}_i$ bezeichnet.

Die Coordinaten der durch die Flächen u' und u'' bestimmten Zonenaxe erhalten nun folgende Werthe:

(26) $$\xi_1 : \xi_2 : \xi_3 = \frac{1}{a_2 a_3}(h_2' h_3'' - h_3' h_2'') : \frac{1}{a_3 a_1}(h_3' h_1'' - h_1' h_3'') : \frac{1}{a_1 a_2}(h_1' h_2'' - h_2' h_1'').$$

Setzt man die in den Klammern der rechten Seite enthaltenen Grössen bezüglich gleich η_1, η_2, η_3, so kann man (26) in der Form schreiben:

(27) $$\xi_1 : \xi_2 : \xi_3 = a_1\eta_1 : a_2\eta_2 : a_3\eta_3.$$

Die Grössen η_i heissen die Indices*) der Zonenaxe ξ, deren Symbol $[\eta_1 \eta_2 \eta_3]$ geschrieben wird. Man kann sagen, die Indices der Zone $[h' h'']$ sind enthalten in dem Rechteck:

*) Ueber die geometrische Bedeutung der Grössen η_i vgl. V. v. Lang, Lehrbuch d. Krystallographie § 8.

$$\begin{vmatrix} h_1' & h_2' & h_3' \\ h_1'' & h_2'' & h_3'' \end{vmatrix}.$$

Die Gleichung der Zonenaxe ξ ist:

$$u_1 a_1 \eta_1 + u_2 a_2 \eta_2 + u_3 a_3 \eta_3 = o.$$

5.

Winkel zwischen zwei Flächen und zwischen zwei Zonenaxen. Nicht homogene quadratische Relation zwischen den Coordinaten.

Bedeuten $o\nu'$ und $o\nu''$ zwei beliebige Geraden des Bündels, dessen Mittelpunkt der Punkt o ist, so lässt sich $\cos(\nu'\nu'')$ als eine lineare homogene Function von $\cos(\nu' x_1)$, $\cos(\nu' x_2)$, $\cos(\nu' x_3)$ darstellen:

$$(28) \qquad \lambda_1 \cos(\nu' x_1) + \lambda_2 \cos(\nu' x_2) + \lambda_3 \cos(\nu' x_3) = \cos(\nu'\nu'').$$

Die Coefficienten λ_i sollen dadurch bestimmt werden, dass man die Gerade $o\nu'$ successive mit den Coordinatenaxen ox_1, ox_2, ox_3 zusammenfallen lässt. Man erhält auf diese Weise folgende Gleichungen:

$$(29) \qquad \begin{aligned} \lambda_1 \qquad\qquad &+ \lambda_2 \cos(x_1 x_2) + \lambda_3 \cos(x_1 x_3) = \cos(x_1 \nu'') \\ \lambda_1 \cos(x_2 x_1) &+ \lambda_2 \qquad\qquad + \lambda_3 \cos(x_2 x_3) = \cos(x_2 \nu'') \\ \lambda_1 \cos(x_3 x_1) &+ \lambda_2 \cos(x_3 x_2) + \lambda_3 \qquad\qquad = \cos(x_3 \nu''). \end{aligned}$$

Das Resultat der Elimination der λ_i aus den Gleichungen (28) und (29) ist:

$$(30) \qquad \begin{vmatrix} \cos(\nu'\nu'') & \cos(\nu' x_1) & \cos(\nu' x_2) & \cos(\nu' x_3) \\ \cos(x_1 \nu'') & 1 & \cos(x_1 x_2) & \cos(x_1 x_3) \\ \cos(x_2 \nu'') & \cos(x_2 x_1) & 1 & \cos(x_2 x_3) \\ \cos(x_3 \nu'') & \cos(x_3 x_1) & \cos(x_3 x_2) & 1 \end{vmatrix} = o$$

d. i. die bekannte Gleichung, welche zur Bestimmung des Winkels zwischen zwei Geraden dient *).

Wird aus (30) das mit $\cos(\nu'\nu'')$ behaftete Glied herausgehoben und $\cos(x_i x_k) = c_{ik} = c_{ki}$ gesetzt, so kommt:

$$\Delta \,.\, \cos(\nu'\nu'') = - \begin{vmatrix} 0 & \cos(\nu' x_1) & \cos(\nu' x_2) & \cos(\nu' x_3) \\ \cos(\nu'' x_1) & c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ \cos(\nu'' x_2) & c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ \cos(\nu'' x_3) & c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{vmatrix} = \Sigma_{ik} \Delta_{ik} \cos(\nu' x_i) \cos(\nu'' x_k)$$

oder wenn $o\nu'$ und $o\nu''$ bezüglich die Normalen der Flächen u' und u'' bedeuten:

*) Vgl. R. Baltzer, Elemente der Mathematik, 3. Aufl. Bd. II. S. 343. 1870. — selbe, Determinanten. 3. Aufl. § 16, 2. 1870. Hier ist auch die geometrische Be-ung der Coefficienten λ_i angegeben.

(31) $$\Delta \,.\, \cos\,(\nu'\nu'') = \Sigma_{ik}\,\Delta_{ik}\,u'_i\,u''_k \quad (i, k = 1, 2, 3). -$$

Diese Gleichung soll zunächst auf den speciellen Fall angewendet werden, in welchem $o\nu'$ mit $o\nu''$, also u'' mit u' zusammenfällt:

(32) $$\Delta = \Sigma_{ik}\,\Delta_{ik}\,u'_i\,u'_k$$

d. i. eine nicht homogene quadratische Relation, welche die Flächencoordinaten u_i' verbindet.

Da die Coordinaten u_i' nur bis auf einen Proportionalitätsfactor ϱ' bestimmt sind, so kann (32) zur Bestimmung des Werthes von ϱ' dienen. Setzt man für u_i'

$$\varrho'\,u'_i \text{ oder } \varrho'\,\frac{h'_i}{a_i},$$

so erhält man aus (32)

(33) $$\Delta = \varrho'\,\varrho'\,\Sigma_{ik}\,\Delta_{ik}\,u'_i\,u'_k = \varrho'\,\varrho'\,\Sigma_{ik}\,\Delta_{ik}\,\frac{h'_i\,h'_k}{a_i\,a_k},$$

oder:

(34) $$\varrho' = \frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{\left\{\Sigma_{ik}\,\Delta_{ik}\,\frac{h'_i\,h'_k}{a_i\,a_k}\right\}}}.$$

Bezeichnet man mit ν' und ν'' wie vorhin die Normalen der Flächen u' und u'', welche gemäss den im § 1 getroffenen Festsetzungen denselben Winkel wie jene Normalen einschliessen, so ist in (31) für u'_i und u''_i

$$\varrho'\,u'_i \text{ und } \varrho''\,u''_i \text{ oder } \varrho'\,\frac{h'_i}{a_i} \text{ und } \varrho''\,\frac{h''_i}{a_i}$$

zu setzen. Demnach erhalten wir mit Rücksicht auf (34) aus (31) folgenden Werth für den Cosinus des äusseren Flächenwinkels zwischen u' und u'':

(35) $$\cos\,(u'\,u'') = \frac{\Sigma_{ik}\,\Delta_{ik}\,\frac{h'_i}{a_i}\,\frac{h''_k}{a_k}}{\sqrt{\left\{\Sigma_{ik}\,\Delta_{ik}\,\frac{h'_i\,h'_k}{a_i\,a_k}\,.\,\Sigma_{ik}\,\Delta_{ik}\,\frac{h''_i\,h''_k}{a_i\,a_k}\right\}}}.$$

Es sollen nun an die Stelle der in (30) auftretenden Geraden $o\nu'$ und $o\nu''$ zwei Zonenaxen ξ' und ξ'' und an die Stelle der Axen ox_1, ox_2, ox_3 die Normalen $o\nu_1$, $o\nu_2$, $o\nu_3$ gesetzt werden. Multiplicirt man sowohl die zweite, dritte und vierte Horizontalreihe als auch die zweite, dritte und vierte Verticalreihe der in der so eben vorgeschriebenen Weise veränderten Determinante (30) bezüglich mit $\sin\,(x_2 x_3)$, $\sin\,(x_3 x_1)$ und $\sin\,(x_1 x_2)$, so ergiebt sich mit Rücksicht auf die in (3) für die Grössen Δ_{ik} angegebenen Werthe:

(36) $$\begin{vmatrix} \cos(\xi'\xi'') & \sin(x_2x_3)\cos(\nu_1\xi') & \sin(x_3x_1)\cos(\nu_2\xi') & \sin(x_1x_2)\cos(\nu_3\xi') \\ \sin(x_2x_3)\cos(\xi''\nu_1) & \Delta_{11} & \Delta_{12} & \Delta_{13} \\ \sin(x_3x_1)\cos(\xi''\nu_2) & \Delta_{21} & \Delta_{22} & \Delta_{23} \\ \sin(x_1x_2)\cos(\xi''\nu_3) & \Delta_{31} & \Delta_{32} & \Delta_{33} \end{vmatrix} = 0$$

oder:

$$(37) \qquad \Delta \cos(\xi'\xi'') = \Sigma_{ik} c_{ik} \xi'_i \xi''_k \; (i, k = 1, 2, 3).$$

Fällt ξ'' mit ξ' zusammen, so erhalten wir aus (37) die nicht homogene quadratische Relation, welcher die Zonenaxencoordinaten genügen:

$$(38) \qquad \Delta = \Sigma_{ik} c_{ik} \xi'_i \xi'_k.$$

Auch die Coordinaten ξ'_i sind nur bis auf einen Proportionalitätsfactor σ' bestimmt, dessen Werth aus (38) hervorgeht, wenn man für $\xi'_i : \sigma'\xi'_i$ oder $\sigma' a_i \eta'_i$ setzt:

$$(39) \qquad \sigma = \frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{\{\Sigma_{ik} c_{ik} a_i a_k \eta'_i \eta'_k\}}}.$$

Mit Rücksicht auf (39) ergiebt sich aus (37) der Cosinus des Winkels, welchen zwei Zonenaxen einschliessen:

$$(40) \qquad \cos(\xi'\xi'') = \frac{\Sigma_{ik} c_{ik} a_i a_k \eta'_i \eta''_k}{\sqrt{\{\Sigma_{ik} c_{ik} a_i a_k \eta'_i \eta'_k \cdot \Sigma_{ik} c_{ik} a_i a_k \eta''_i \eta''_k\}}}.$$

Der vollständige Dualismus, welcher zwischen Krystallflächen und Zonenaxen herrscht, gelangt darin zur Geltung, dass in den Gleichungen (35) und (40), (34) und (38) dieselben Functionen der Winkel zwischen je zwei Krystallflächen beziehungsweise Zonenaxen und analog gebildete Functionen der Coordinaten dieser Gebilde auftreten.

Aus (35) ergeben sich insbesondere die Cosinus der Winkel, welche eine Fläche u' mit den Coordinatenflächen einschliesst, oder m. a. W. die Cosinus der Winkel, welche die Normale ν' mit den Normalen $o\nu_1$, $o\nu_2$, $o\nu_3$ bildet. Die Coordinaten der Coordinatenflächen sind in dem Schema enthalten

	u_1	u_2	u_3
$x_2 x_3$:	1	0	0
$x_3 x_1$:	0	1	0
$x_1 x_2$:	0	0	1 .

Demnach ist:

$$(41) \qquad \cos(\nu'\nu_\varepsilon) = \frac{\Sigma_i \Delta_{i\varepsilon} \frac{h'_i}{a_i}}{\sqrt{\left\{\Delta_{\varepsilon\varepsilon} \cdot \Sigma_{ik} \Delta_{ik} \frac{h'_i h'_k}{a_i a_k}\right\}}} \quad (\varepsilon = 1, 2, 3)$$

oder, wenn man die in (1) angegebenen Werthe für die Δ_{ii} einträgt und $\sqrt{\left\{\Sigma_{ik} \Delta_{ik} \frac{h'_i h'_k}{a_i a_k}\right\}}$ für den Augenblick mit R bezeichnet:

$$(42) \qquad \begin{aligned} \sin(x_2 x_3) \cos(\nu'\nu_1) &= \frac{\Sigma_i \Delta_{i1} \frac{h'_i}{a_i}}{R} \\ \sin(x_3 x_1) \cos(\nu'\nu_2) &= \frac{\Sigma_i \Delta_{i2} \frac{h'_i}{a_i}}{R} \\ \sin(x_1 x_2) \cos(\nu'\nu_3) &= \frac{\Sigma_i \Delta_{i3} \frac{h'_i}{a_i}}{R}. \end{aligned}$$

Hierin stehen links die Coordinaten der Normale ν'; d. h. die Gleichungen (42) sprechen die Beziehungen aus, welche zwischen den Coordinaten einer Fläche und den Coordinaten ihrer Normale stattfinden. Man kann sie in folgender Form schreiben, indem man:

$$\frac{h'_i}{a_i} = \frac{u'_i}{\varrho'}$$

setzt und die Coordinaten der Normale ν' mit ν'_1, ν'_2, ν'_3 bezeichnet:

$$43) \qquad \sqrt{\Delta} \, . \, \nu'_\varepsilon = \sum_{i=1}^{3} \Delta_{i\varepsilon} \, u'_i \quad \text{für } \varepsilon = 1, 2, 3.$$

Diese Gleichungen hätte man auch unmittelbar aus (31) unter Benutzung von (10) gewinnen können.

In analoger Weise leitet man aus (40) insbesondere die Cosinus der Winkel her, welche eine Zonenaxe ξ' mit den Coordinatenaxen einschliesst, oder m. a. W. die Cosinus der Winkel, welche die Fläche n', die senkrecht zu ξ' steht, mit den Flächen der Polarecke $o\nu_1\nu_2\nu_3$ bildet. Die Coordinaten der Axen ox_1, ox_2, ox_3 sind enthalten in dem Schema:

	ξ_1	ξ_2	ξ_3
x_1 :	1	0	0
x_2 :	0	1	0
x_3 :	0	0	1 ,

also ist:

$$(44) \qquad \cos(\xi' x_\varepsilon) = \frac{\Sigma_i \, c_{i\varepsilon} \, a_i \, \eta'_i}{\sqrt{\{\Sigma_{ik} \, c_{ik} \, a_i \, a_k \, \eta'_i \, \eta'_k\}}} \quad (\varepsilon = 1, 2, 3)$$

und diese Gleichungen stellen die Beziehungen zwischen den Coordinaten einer Zonenaxe ξ' und den in (44) links stehenden Coordinaten der zu ξ' normalenFläche n' dar. Bezeichnet man die Coordinaten von n' mit n'_1, n'_2, n'_3 und setzt man

$$a_i \, \eta'_i = \frac{\xi'_i}{\sigma},$$

so nehmen die Gleichungen (44) folgende Form an:

$$45) \qquad \sqrt{\Delta} \, . \, n'_\varepsilon = \sum_{i=1}^{3} c_{i\varepsilon} \, \xi'_i \quad (\varepsilon = 1, 2, 3).$$

Dieses Resultat hätte man unter den hier geltenden Voraussetzungen direct aus (37) oder auch durch Auflösung der Gleichungen (43) nach den u'_i erhalten können. Bei dem letzteren Verfahren müssen nur die Bezeichnungen ν'_ε und u'_i in (43) durch ξ'_ε und n'_i ersetzt werden.

Die Gleichungen (43) und (45) lehren, dass man die Coordinaten einer Fläche und diejenigen ihrer Normale, sowie die Coordinaten einer Zonenaxe und diejenigen der zu ihr normalen Fläche bezüglich mit denselben Proportionalitätsfactoren zu versehen hat.

Multiplicirt man die Gleichungen (43) bezüglich mit u'_ε und addirt sie, so erhält man mit Rücksicht auf (32):

(46) $$\Sigma_\varepsilon u'_\varepsilon \nu'_\varepsilon = \sqrt{\Delta} = \sin (x_1 x_2 x_3).$$

Dasselbe Resultat ergiebt sich aus (45). Die aus den Coordinaten einer Fläche u' und denjenigen ihrer Normale ν' gebildete lineare Function $\Sigma_\varepsilon u'_\varepsilon \nu'_\varepsilon$ ist, wie auch die Fläche gewählt werden möge, constant und zwar gleich dem Sinus der von den Coordinatenflächen gebildeten Ecke. Ein entsprechender Satz besteht für die Coordinaten einer Zonenaxe und die Coordinaten der normal zu ihr stehenden Fläche.

Der Formel (46) kann noch eine andere Gestalt gegeben werden. Wendet man die Gleichung (10) auf die drei Ecken an, welche gebildet werden von der Normale ν' und je zwei der Coordinatenaxen ox_1, ox_2, ox_3 und bezeichnet man die Quadrate der Sinus dieser Ecken bezüglich mit N_1, N_3, N_3, so ist:

(47) $$\begin{aligned} \sin (x_2 x_3) \cos (\nu' \nu_1) &= \sqrt{N_1} \\ \sin (x_3 x_1) \cos (\nu' \nu_2) &= \sqrt{N_2} \\ \sin (x_1 x_2) \cos (\nu' \nu_3) &= \sqrt{N_3}, \end{aligned}$$

worin die Wurzeln positive Vorzeichen haben.

Trägt man die durch (47) gegebenen Werthe für die ν_ε' in (46) ein, so folgt:

(48) $$u'_1 \sqrt{N_1} + u'_2 \sqrt{N_2} + u'_3 \sqrt{N_3} = \sqrt{\Delta}.\text{*)}$$

Andererseits erhält man, wenn man die Gleichungen (10^a) auf die drei Ecken anwendet, welche von ν' und je zwei der Normalen $o\nu_1$, $o\nu_2$, $o\nu_3$ gebildet werden:

(49) $$\begin{aligned} \cos (\nu' x_1) &= \frac{\sqrt{N_1}}{\sin (\nu_2 \nu_3)} \\ \cos (\nu' x_2) &= \frac{\sqrt{N_2}}{\sin (\nu_3 \nu_1)} \\ \cos (\nu' x_3) &= \frac{\sqrt{N_3}}{\sin (\nu_1 \nu_2)}, \end{aligned}$$

worin N_1, N_2, N_3 die Quadrate der Sinus jener Ecken bedeuten. Mit Rücksicht auf (49) geht (46) über in:

(50) $$\frac{\sqrt{N_1}}{\sin (\nu_2 \nu_3)} \nu'_1 + \frac{\sqrt{N_2}}{\sin (\nu_3 \nu_1)} \nu'_2 + \frac{\sqrt{N_3}}{\sin (\nu_1 \nu_2)} \nu'_3 = \sqrt{\Delta},$$

oder nach (11) in:

(51) $$\sqrt{N_1} \cos (\nu' \nu_1) + \sqrt{N_2} \cos (\nu' \nu_2) + \sqrt{N_3} \cos (\nu' \nu_3) = \sqrt{D}.$$

---

*) Diese Relation ist mit Hülfe anderer Methoden von Junghann aufgestellt worden. Beiträge zur Tetraëdrometrie. Grunert's Archiv Bd. XXXIV. S. 372. 1860.

Wie die Gleichungen (32) und (38). so können auch die mit ihnen identischen Gleichungen, nämlich (46) und die aus der Umformung von (46) entstandenen Gleichungen (48) und (51), dazu dienen, die Proportionalitätsfactoren ϱ und σ zu bestimmen. —

Die Bedingung dafür, dass zwei Flächen u' und u'' auf einander senkrecht stehen, ist nach (31):

(54) $$\Sigma_{ik} \varDelta_{ik} u'_i u''_k = o$$

oder nach (37):

(55) $$\Sigma_{ik} c_{ik} \nu'_i \nu''_k = o,$$

worin ν'_i, ν''_k die Coordinaten der Normalen ν', ν'' der Flächen u', u'' bedeuten. Mit Hülfe der Formeln (43) und (45) lässt sich jede der Gleichungen (54) und (55) auf die andere zurückführen. Trägt man z. B. für die u'_i, u''_k ihre Werthe in den ν'_i, ν''_k nach (45) in (54) ein, so ergiebt sich:

$$\frac{1}{\varDelta} \Sigma_{i\varepsilon k\lambda} \varDelta_{i\varepsilon} c_{ik} c_{\varepsilon\lambda} \nu'_k \nu''_\lambda = o \; (i, \varepsilon, k, \lambda = 1, 2, 3).$$

Nun ist:

(56) $$\Sigma_i c_{ik} \varDelta_{i\varepsilon} = \begin{cases} o \text{ für } k \gtrless \varepsilon \\ \varDelta \text{ für } k = \varepsilon \end{cases},$$

demnach bleibt, wenn man zunächst über ε, dann über i summirt:

$$\Sigma_{k\lambda} c_{k\lambda} \nu'_k \nu''_\lambda = o$$

d. i. (55).

Zwei Zonenaxen stehen nach (37) normal zu einander, wenn:

(57) $$\Sigma_{ik} c_{ik} \xi'_i \xi''_k = o$$

oder nach (31) wenn:

(58) $$\Sigma_{ik} \varDelta_{ik} n'_i n''_k = o,$$

worin n', n'' die zu ξ', ξ'' senkrecht stehenden Flächen bedeuten.

6.

Gegenseitige Lage von Flächen und Zonenaxen; Kronecker's Relation für die Coordinaten. — Die lineare Function $u_1 \xi_1 + u_2 \xi_2 + u_3 \xi_3$ nimmt den Werth Null nur für die in der Fläche u liegenden Zonenaxen ξ und nur für die durch die Zonenaxe ξ gehenden Flächen u an. Diejenigen Zonenaxen, für welche $u_1 \xi_1 + u_2 \xi_2 + u_3 \xi_3$ einen von Null verschiedenen Werth erhält, liegen ausserhalb der Fläche u, auf der positiven oder negativen Seite derselben. Und zwar haben

$$u_1 \xi_1' + u_2 \xi_2' + u_3 \xi_3' = \vartheta', \; u_1 \xi_1'' + u_2 \xi_2'' + u_3 \xi_3'' = \vartheta''$$

dasselbe Vorzeichen, wenn die Zonenaxen ξ' und ξ'' auf derselben Seite der Fläche u liegen, verschiedene Vorzeichen, wenn sie sich auf verschiedenen Seiten von u befinden.

Um dies zu beweisen, soll der Einfallswinkel einer Zonenaxe ξ' in Bezug auf eine Fläche u berechnet werden. Bedeutet ν die Normale der Fläche u, so besteht nach (37) für den gesuchten Winkel die Gleichung:

$$\Delta . \cos(\nu\xi') = \Sigma_{ik}\, c_{ik}\, \xi'_i\, \nu_k$$

oder nach (43):

$$\Delta . \sqrt{\Delta} . \cos(\nu\xi') = \Sigma_{ik\varepsilon}\, c_{ik}\, \Delta_{\varepsilon k}\, \xi'_i\, u_\varepsilon$$

oder nach (56):

$$(59) \qquad \sqrt{\Delta} . \cos(\nu\xi') = \Sigma_\varepsilon\, u_\varepsilon\, \xi'_\varepsilon = \vartheta'.$$

Hieraus ergiebt sich die Richtigkeit der obigen Behauptung.

Bedeuten insbesondere ξ', ξ'' die Normalen zweier Flächen u', u'', welche mit u in einer Zone liegen, so liefert die Vergleichung der Vorzeichen von ϑ' und θ'' ein Mittel um zu erkennen, ob die Flächen u', u'' auf derselben Seite oder auf verschiedenen Seiten der Fläche u liegen.

Eine analoge Betrachtung bezüglich der gegenseitigen Lage der Flächen u', u'' und der Zonenaxe ξ lässt sich an

$$u_1'\xi_1 + u_2'\xi_2 + u_3'\xi_3 = \theta', \quad u_1''\xi_1 + u_2''\xi_2 + u_3''\xi_3 = \theta''$$

ausführen. —

Die Gleichung (59) kann man auch auf einem directeren Wege gewinnen, indem man auf (28) zurückgeht. Bestimmt man die Coefficienten λ_i dadurch, dass man die Gerade $o\nu'$ successive mit den Normalen $o\nu_1'$, $o\nu_2$, $o\nu_3$ zusammenfallen lässt, so ergiebt sich:

$$(60) \qquad \begin{aligned} \lambda_1 \cos(\nu_1 x_1) &= \cos(\nu_1 \nu'') \\ \lambda_2 \cos(\nu_2 x_2) &= \cos(\nu_2 \nu'') \\ \lambda_3 \cos(\nu_3 x_3) &= \cos(\nu_3 \nu''), \end{aligned}$$

und (28) geht über in:

$$(61) \quad \frac{\cos(\nu_1\nu'')}{\cos(\nu_1 x_1)} \cos(\nu' x_1) + \frac{\cos(\nu_2\nu'')}{\cos(\nu_2 x_2)} \cos(\nu' x_2) + \frac{\cos(\nu_3\nu'')}{\cos(\nu_3 x_3)} \cos(\nu' x_3) = \\ = \cos(\nu'\nu'')$$

oder, da nach (10):

$$\frac{1}{\cos(\nu_1 x_1)} = \frac{\sin(x_2 x_3)}{\sqrt{\Delta}}, \text{ u. s. w.,}$$

in:

$$\Sigma_i\, u'_i\, \nu''_i = \sqrt{\Delta} . \cos(\nu'\nu''),$$

eine Gleichung, welche sich nur durch die in ihr auftretenden Bezeichnungen von (59) unterscheidet.

Steht ν'' senkrecht zu ν', so ergiebt sich aus (61):

$$(62) \qquad \Sigma_i \frac{\cos(\nu_i\nu'')}{\cos(\nu_i x_i)} \cos(\nu' x_i) = 0,$$

und diese Gleichung geht mit Hülfe von (10) in (24) über. Fällt ν'' mit ν' zusammen so liefert (61) die Relation:

(63) $$\Sigma_i \frac{\cos(\nu'\nu_i)}{\cos(\nu_i x_i)} \cos(\nu' x_i) = 1,$$

welche mit (46) zur Uebereinstimmung gebracht wird unter Zuhülfenahme von (10).

Fällt ν'' successive mit ν_1, ν_2, ν_3 zusammen, so gehen aus (64) folgende Relationen hervor:

(64) $$\Sigma_i \frac{\cos(\nu_i \nu_t)}{\cos(\nu_i x_i)} \cos(\nu' x_i) = \cos(\nu' \nu_t)$$

für $t = 1, 2, 3$, welche im Hinblick auf (10) mit (43) übereinstimmen.

Aus (64) und (63) folgt:

(65) $$\Sigma_{ik} \frac{\cos(\nu' x_i)\cos(\nu' x_k)}{\cos(\nu_i x_i)\cos(\nu_k x_k)} \cos(\nu_i \nu_k) = 1.$$

Diese Relation, aus der mit Hülfe von (10) die Formeln (32) und (38) gewonnen werden können, ist zuerst von Kronecker für Ebenencoordinaten aufgestellt worden *).

7.

Tautozonale Krystallflächen, Zonenaxen in einer Fläche.

Soll eine Fläche u durch die den Flächen u' und u'' gemeinsame Zonenaxe gehen, so müssen ihre Coordinaten die Bedingung (18) erfüllen. Durch Auflösung dieser Gleichung lassen sich die Coordinaten u_i einer beliebigen Fläche u der Zone $(u'u'')$ darstellen mit Hülfe der Coordinaten u_i' und u_i'' und einer Zahl λ, welche mit der Fläche u variirt:

(66) $$\varrho u_i = u_i' - \lambda u_i'' \quad (i = 1, 2, 3).$$

Zu jedem rationalen Zahlenwerth von λ gehört eine Fläche u; und umgekehrt, für jede Fläche u der Zone $(u'u'')$ kann man eine rationale Zahl λ finden. Aus (66) folgt

(67) $$\lambda = \frac{(uu')_i}{(uu'')_i} \quad (i = 1, 2, 3).$$

Ersetzt man die $(uu')_i$ und $(uu'')_i$ durch ihre in (49) angegebenen Werthe, und berücksichtigt man, dass die Normalen ν, ν', ν'' in einer Ebene liegen, so ergiebt sich für jedes Verhältniss $\frac{(uu')_i}{(uu'')_i}$:

(68) $$\lambda = \frac{\sin(\nu\nu')}{\sin(\nu\nu'')} \text{ oder } = \frac{\sin(uu')}{\sin(uu'')}.$$

Die Zahl λ, welche unabhängig ist von dem Drehungssinn, der als positiver gewählt sein möge, bestimmt die gegenseitige Lage von drei Flächen in einer Zone. λ ist positiv, wenn die gleichnamigen Richtungen der Normalen dieser Flächen in dem Cyclus $(\nu\nu'\nu'')$ oder dessen Umkehrung, negativ, wenn sie in dem Cyclus $(\nu'\nu\nu'')$ oder dessen Umkehrung auf einander folgen. Ist $\lambda = \mp 1$, so halbirt u den Winkel $(u'u'')$ bezüglich dessen Nebenwinkel.

*) Vgl. Bemerkungen zur Determinantentheorie. In: Borchardt's Journal. Bd. 72. S. 161. 1870.

Die Relationen (66), (67), (68) dienen zur Lösung folgender Aufgaben, welche sich auf Flächen in einer Zone beziehen.

a) Sind die Coordinaten dreier tautozonaler Flächen u, u', u'' gegeben, wodurch auch λ (in 67) bestimmt ist, und ist ausserdem einer der drei Winkel, welche jene Flächen unter einander einschliessen: $(u'u'')$, $(u''u)$, (uu') bekannt, so können die beiden anderen Winkel berechnet werden.

α) Sei (uu') oder (uu'') gegeben, so erhält man (uu'') oder (uu') aus (68), und $(u'u'')$ folgt aus:

$$(u'u'') + (u''u) + (uu') = 0.$$

β) Sei $(u'u'')$ gegeben, so erhält man die Winkel (uu') und (uu'') aus (68), wenn man hierin:

(69)
$$(uu') = (uu'') + (u''u')$$

beziehungsweise:

$$(uu'') = (uu') + (u'u'')$$

setzt. Dabei ergiebt sich:

(70)
$$\tang (uu') = \frac{\lambda \sin (u'u'')}{1 - \lambda \cos (u'u'')}$$

und:

(71)
$$\tang (uu'') = \frac{- \sin (u'u'')}{\lambda - \cos (u'u'')}.$$

b) Sind die Coordinaten von zwei der drei tautozonalen Flächen und ausserdem zwei der drei Winkel zwischen diesen Flächen bekannt, so kennt man auch den dritten Winkel aus (69). λ folgt dann aus (68), und die Coordinaten der dritten Fläche werden mit Hülfe von (66) gefunden.

Analoge Berechnungen lassen sich mit drei in einer Fläche liegenden Zonenaxen, deren Coordinaten der Relation (23) genügen, anstellen. —

In die vorstehenden Formeln sollen nun die Indices eingeführt werden. Nach (25) ist:

$$u_i = \varrho \frac{h_i}{a_i}, \quad u'_i = \varrho' \frac{h'_i}{a_i}, \quad u''_i = \varrho'' \frac{h''_i}{a_i},$$

worin ϱ, ϱ', ϱ'' Proportionalitätsfactoren bedeuten, deren Werthe in (34) angegeben sind. Dann geht (67) über in:

(72)
$$\lambda = \frac{(hh')_\varepsilon}{(hh'')_\varepsilon} \cdot \frac{\varrho'}{\varrho''} \qquad (\varepsilon = 1, 2, 3)$$

oder in:

$$\lambda = \frac{(hh')_\varepsilon}{(hh'')_\varepsilon} \frac{\sqrt{\left\{ \Sigma_{ik} \Delta_{ik} \frac{h'_i}{a_i} \frac{h'_k}{a_k} \right\}}}{\sqrt{\left\{ \Sigma_{ik} \Delta_{ik} \frac{h''_i}{a_i} \frac{h''_k}{a_k} \right\}}}.$$

So ist λ ausgedrückt durch die Indices, durch die von den Coordinatenaxen eingeschlossenen Winkel und durch die Axeneinheiten.

Für eine vierte Fläche u''' derselben Zone erhält man:

$$\mu = \frac{(u''' u')_k}{(u''' u'')_k} = \frac{\sin (u''' u')}{\sin (u''' u'')}$$

oder:

73) $$\mu = \frac{(h''' h')_k}{(h''' h'')_k} \cdot \frac{\varrho'}{\varrho''} \quad (k = 1, 2, 3).$$

Aus (72) und (73) ergiebt sich das anharmonische Verhältniss r zwischen vier Flächen einer Zone:

(74) $$r = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\sin (u u')}{\sin (u u'')} \cdot \frac{\sin (u''' u'')}{\sin (u''' u')} = \frac{(u u')_\varepsilon}{(u u'')_\varepsilon} \cdot \frac{(u''' u'')_k}{(u''' u')_k}$$

oder:

(75) $$r = \frac{(h h')_\varepsilon}{(h h'')_\varepsilon} \cdot \frac{(h''' h'')_k}{(h''' h')_k} \quad (\varepsilon, k = 1, 2, 3)$$

das anharmonische Verhältniss ist also nur abhängig von den Indices und unabhängig von den Axeneinheiten und von den Winkeln zwischen den Coordinatenaxen.

Den vorhin behandelten Aufgaben entsprechen jetzt die folgenden, bei denen nur die Indices in Betracht kommen*).

a) Sind die Indices von vier tautozonalen Flächen gegeben und sind ferner zwei von den sechs Winkeln, welche jene Flächen unter einander bilden, bekannt, so können die übrigen vier Winkel berechnet werden. Es seien z. B. die Winkel $(u u')$ und $(u u'')$ gegeben; es soll der Winkel $(u' u''')$ berechnet werden. Die Grössen λ, μ, r sind bekannt. Aus (74) folgt:

$$r = \lambda \cdot \frac{\sin (u''' u'')}{\sin (u''' u')}$$

oder, da: $(u''' u'') = (u''' u') + (u' u'')$,

worin $(u' u'') = (u' u) + (u u'')$ zu setzen ist:

$$r = \lambda \cdot \frac{\sin \{ (u''' u') + (u' u'') \}}{\sin (u''' u')} .$$

Hieraus folgt:

(76) $$\operatorname{tang} (u''' u') = \frac{\lambda \sin (u' u'')}{r - \lambda \cos (u' u'')} .$$

b) Sind die von vier Flächen einer Zone eingeschlossenen Winkel und ausserdem die Indices von drei dieser Flächen u, u', u'' gegeben, so können die Indices der vierten Fläche u''' berechnet werden. Die Grössen λ, μ, r sind wieder bekannt. Aus (75) folgt:

$$\frac{(h''' h'')_k}{(h''' h')_k} = \frac{r}{\lambda}$$

oder:

(77) $$\varrho h_i''' = r h'_i - \lambda h''_i \quad (i = 1, 2, 3)$$

*) Vgl. W. H. Miller, A Treatise on Crystallography. 1839. — On the anharmonic ratio of radii normal to four faces of a crystal in one zone. Phil. Mag. 1857. — On the application of elementary geometry to Crystallography. Phil. Mag. 1857. — A Tract on Crystallography. 1863. — V. v. Lang, Lehrbuch der Krystallographie. 1866. § 16 und § 93. — A. Schrauf, Physikalische Mineralogie. Bd. I. § 45. 1866. — M. Websky, Ueber die Relation der Winkel zwischen vier Krystallflächen in einer Zone und die der Winkel zwischen vier Kanten in einer Fläche. Monatsber. Akad. Berlin. Jan. 1876.

8.
Transformation der Coordinaten.

Wenn nicht die Fläche a, deren Gleichung $\sum_{i=1}^{3} \frac{1}{a_i} \xi_i = o$ ist, sondern die Fläche g: $\sum_{i=1}^{3} \frac{g_i}{a_i} \xi_i = o$, die Einheiten der Axenabschnitte bestimmen soll, so geht die Gleichung einer beliebigen Fläche h: $\sum_{i=1}^{3} \frac{h_i}{a_i} \xi_i = o$ über in:

(78) $$\sum_{i=1}^{3} \frac{p_i}{\beta_i} \xi_i = o.$$

Hierin bedeuten $\beta_i = \frac{a_i}{g_i}$ die neuen Axeneinheiten und $p_i = \frac{h_i}{g_i}$ die neuen Indices der Fläche h. —

Wenn die ursprünglichen Coordinatenflächen der Reihe nach durch die Flächen $f^{(1)}, f^{(2)}, f^{(3)}$:

(79) $$f^{(1)} = \sum_{i=1}^{3} \frac{f_i^{(1)}}{a_i} \xi_i = o,\quad f^{(2)} = \sum_{i=1}^{3} \frac{f_i^{(2)}}{a_i} \xi_i = o,\quad f^{(3)} = \sum_{i=1}^{3} \frac{f_i^{(3)}}{a_i} \xi_i = o$$

ersetzt werden sollen, so bedeutet dies, dass die Gleichung einer beliebigen Fläche h: $\sum_{i=1}^{3} \frac{h_i}{a_i} \xi_i = o$ in der Form dargestellt werden soll:

(80) $$\sum_{i=1}^{3} \frac{\zeta_i}{\alpha_i} f^{(i)} = o.$$

Zur Bestimmung der $\frac{\zeta_i}{\alpha_i}$ dienen die aus (80) fliessenden Relationen:

(81) $$\begin{aligned} h_1 &= \frac{\zeta_1}{\alpha_1} f_1^{(1)} + \frac{\zeta_2}{\alpha_2} f_1^{(2)} + \frac{\zeta_3}{\alpha_3} f_1^{(3)} \\ h_2 &= \frac{\zeta_1}{\alpha_1} f_2^{(1)} + \frac{\zeta_2}{\alpha_2} f_2^{(2)} + \frac{\zeta_3}{\alpha_3} f_2^{(3)} \\ h_3 &= \frac{\zeta_1}{\alpha_1} f_3^{(1)} + \frac{\zeta_2}{\alpha_2} f_3^{(2)} + \frac{\zeta_3}{\alpha_3} f_3^{(3)} \end{aligned}$$

Bezeichnet man die Determinante

$$\Phi = \begin{vmatrix} f_1^{(1)} & f_1^{(2)} & f_1^{(3)} \\ f_2^{(1)} & f_2^{(2)} & f_2^{(3)} \\ f_3^{(1)} & f_3^{(2)} & f_3^{(3)} \end{vmatrix} \text{ mit } |\, f^{(1)} f^{(2)} f^{(3)} \,|,$$

so ergiebt die Auflösung der Gleichungen (81):

(82) $$\begin{aligned} \Phi \frac{\zeta_1}{\alpha_1} &= |\, h\ f^{(2)} f^{(3)} \,| \\ \Phi \frac{\zeta_2}{\alpha_2} &= |\, f^{(1)}\ h\ f^{(3)} \,| \\ \Phi \frac{\zeta_3}{\alpha_3} &= |\, f^{(1)} f^{(2)}\ h \,| \end{aligned}$$

Der Fall $\Phi = o$, in welchem die Flächen $f^{(1)}, f^{(2)}, f^{(3)}$ einer Zone angehören würden, ist natürlich ausgeschlossen. Die Grössen $\frac{1}{\alpha_i}$ sind die

Coordinaten der Fläche a im neuen Coordinatensystem. Man erhält ihre Werthe aus (82) für $h_i = 1$, $\zeta_i = 1$; also:

(83)
$$\Phi \frac{1}{a_1} = | \; 1 \; f^{(2)} f^{(3)} \; |$$
$$\Phi \frac{1}{a_2} = | \; f^{(1)} \; 1 \; f^{(3)} \; |$$
$$\Phi \frac{1}{a_3} = | \; f^{(1)} f^{(2)} \; 1 \; |$$

Demnach sind die neuen Indices der Fläche h:

(84)
$$\zeta_1 = \frac{| \; h \, f^{(2)} \, f^{(3)} \; |}{| \; 1 \, f^{(2)} \, f^{(3)} \; |}$$
$$\zeta_2 = \frac{| \; f^{(1)} \, h \, f^{(3)} \; |}{| \; f^{(1)} \, 1 \, f^{(3)} \; |}$$
$$\zeta_3 = \frac{| \; f^{(1)} \, f^{(2)} \, h \; |}{| \; f^{(1)} \, f^{(2)} \, 1 \; |}$$

Soll nun in dem neuen Coordinatensystem nicht mehr die Fläche a sondern die Fläche k, deren ursprüngliche Gleichung $\sum_{i=1}^{3} \frac{k_i}{a_i} \xi_i = o$ ist, die Einheitswerthe der neuen Coordinatenaxen bestimmen, so erhalten wir für die neuen Indices ϖ_i der Fläche h folgende Ausdrücke:

(85)
$$\varpi_1 = \frac{| \; h f^{(2)} f^{(3)} \; |}{| \; k f^{(2)} f^{(3)} \; |}$$
$$\varpi_2 = \frac{| \; f^{(1)} h f^{(3)} \; |}{| \; f^{(1)} k f^{(3)} \; |}$$
$$\varpi_3 = \frac{| \; f^{(1)} f^{(2)} h \; |}{| \; f^{(1)} f^{(2)} k \; |}$$

In dieser Form sind die Gleichungen, welche sich auf die Veränderung der Coordinatenflächen beziehen, soviel ich weiss, zuerst von Qu. Sella aufgestellt worden*).

Bezeichnet man die zweigliedrigen Unterdeterminanten von Φ mit $\Phi_i^{(\varepsilon)}$ $(i, \varepsilon = 1, 2, 3)$, so dass:

$$\sum_{\varepsilon=1}^{3} f_i^{(\varepsilon)} \Phi_i^{(\varepsilon)} = \Phi, \quad \sum_{i=1}^{3} f_i^{(\varepsilon)} \Phi_i^{(\varepsilon)} = \Phi.$$
$$\sum_{\varepsilon=1}^{3} f_i^{(\varepsilon)} \Phi_k^{(\varepsilon)} = o, \quad \sum_{i=1}^{3} f_i^{(\varepsilon)} \Phi_i^{(k)} = o \quad \left\{ \begin{matrix} i \gtrless k \\ \varepsilon \gtrless k \end{matrix} \right\}.$$
$$| \; \Phi^{(1)} \; \Phi^{(2)} \; \Phi^{(3)} \; | = (\Phi)^2,$$

dann können die Gleichungen (85) auch so geschrieben werden:

*) Vgl. Sulle forme cristalline etc. Nota A. § 1. Formel (A). und: V. von Lang, Lehrbuch der Krystallographie. §§ 11—18.

$$\begin{aligned}
\varpi_1 &= \frac{1}{\Sigma k_i \Phi_i^{(1)}} \cdot \sum_{i=1}^{3} h_i \Phi_i^{(1)} \\
(86)\qquad \varpi_2 &= \frac{1}{\Sigma k_i \Phi_i^{(2)}} \cdot \sum_{i=1}^{3} h_i \Phi_i^{(2)} \\
\varpi_3 &= \frac{1}{\Sigma k_i \Phi_i^{(3)}} \cdot \sum_{i=1}^{3} h_i \Phi_i^{(3)}.
\end{aligned}$$

Es sollen jetzt die Werthe berechnet werden, welche den Indices der Zone $(h' h'')$ nach der soeben vorgenommenen Transformation der Coordinaten zukommen. Diese neuen Indices sind enthalten in dem Rechteck:

$$\begin{vmatrix} \varpi'_1 & \varpi'_2 & \varpi'_3 \\ \varpi''_1 & \varpi''_2 & \varpi''_3 \end{vmatrix}$$

Nach 86) ist z. B.

$$(\varpi'\varpi'')_1 = \frac{1}{\Sigma k_i \Phi_i^{(2)} \cdot \Sigma k_\varepsilon \Phi_\varepsilon^{(3)}} \left\{ \sum_{i=1}^{3} h'_i \Phi_i^{(2)} \cdot \sum_{\varepsilon=1}^{3} h''_\varepsilon \Phi_\varepsilon^{(3)} - \sum_{i=1}^{3} h''_i \Phi_i^{(2)} \cdot \sum_{\varepsilon=1}^{3} h'_\varepsilon \Phi_\varepsilon^{(3)} \right\}$$

Ordnet man die einzelnen Glieder der Klammer der rechten Seite nach den Producten $\Phi_i^{(2)} \Phi_\varepsilon^{(3)}$, so ergiebt sich:

$$\Sigma_{i\varepsilon}\, \Phi_i^{(2)} \Phi_\varepsilon^{(3)} (h'_i h''_\varepsilon - h''_i h'_\varepsilon) \quad (i, \varepsilon = 1, 2, 3)$$

oder, wenn man $(h' h'')_i = \eta_i$ setzt:

$$| \Phi^{(2)} \Phi^{(3)} \eta | .$$

In dieser Determinante kann man noch die Unterdeterminanten von $(\Phi)^2$ durch die $f_i^{(\varepsilon)}$ ausdrücken, so dass:

$$| \Phi^{(2)} \Phi^{(3)} \eta | = \Phi \cdot \sum_{i=1}^{3} f_i^{(1)} \eta_i .$$

In analoger Weise verfährt man mit $(\zeta' \zeta'')_2$ und $(\zeta' \zeta'')_3$. Man erhält schliesslich für die neuen Indices der Zone $(h' h'')$ folgende Werthe:

$$\begin{aligned}
(\varpi'\varpi'')_1 &= \frac{\Phi}{\Sigma k_i \Phi_i^{(2)} \cdot \Sigma k_\varepsilon \Phi_\varepsilon^{(3)}} \cdot \sum_{i=1}^{3} f_i^{(1)} \eta_i \\
(87)\qquad (\varpi'\varpi'')_2 &= \frac{\Phi}{\Sigma k_i \Phi_i^{(3)} \cdot \Sigma k_\varepsilon \Phi_\varepsilon^{(1)}} \cdot \sum_{i=1}^{3} f_i^{(2)} \eta_i \\
(\varpi'\varpi'')_3 &= \frac{\Phi}{\Sigma k_i \Phi_i^{(1)} \cdot \Sigma k_\varepsilon \Phi_\varepsilon^{(2)}} \cdot \sum_{i=1}^{3} f_i^{(3)} \eta_i ,
\end{aligned}$$

oder, da nur die Verhältnisse dieser Grössen in Betracht kommen:

$$(88)\qquad (\varpi'\varpi'')_\lambda = \sum_{\varepsilon=1}^{3} k_\varepsilon \Phi_\varepsilon^{(\lambda)} \cdot \Sigma f_i^{(\lambda)} \eta_i$$

für $\lambda = 1, 2, 3$ *). Ist insbesondere $k_1 = k_2 = k_3 = 1$, so stellt (88) die transponirte Substitution von (81) dar.

*) Vgl. Sella, l. c. Nota A. § 5. Formel (α).

XII. Galenit von Habach in Salzburg.

Von

V. v. Zepharovich in Prag.

(Hierzu Tafel VI, Fig. 1—4.)

Herrn Prof. R. Niemtschik in Wien verdanke ich die Gelegenheit, einen Galenit aus dem oberen Pinzgau (Salzburg) zu untersuchen der in zweifacher Hinsicht bemerkenswerth ist, durch eine sehr vollkommene oktaedrische Spaltbarkeit neben einer minder vollkommenen nach dem Hexaeder und durch das Vorkommen von zahlreichen nach (113) = 3 *O* 3 als Zwillings-Ebene interponirten Lamellen. Galenit mit gleicher ungewöhnlicher Spaltbarkeit ist nur aus Pennsylvanien bekannt; eine Zwillingsbildung nach dem bezeichneten Gesetze ist noch nicht beobachtet.

Der mir vorliegende Galenit wurde bereits vor mehreren Jahren etwa 3 K.-M. südöstlich vom Dorfe Habach angetroffen. Nach Prof. Niemtschik's Mittheilungen liegt die Fundstelle auf einem Sattel, der, unweit von der Mündung des Habach- und des Hollersbach-Thales in das Hauptthal der Salza, den sogen. Eilfer- und Zwölfer-Kogl verbindet; der Sattel ist noch näher durch zwei kleine Wasserbecken am Nord- und am Südfusse desselben bezeichnet*).

Das Materiale, welches ich von dieser Localität erhielt, beschränkt sich auf ein paar unansehnliche Exemplare, nach welchen der Galenit vornehmlich im Quarz eines dunklen Glimmerschiefers eingewachsen erscheint. Der letztere enthält auch unmittelbar kleine derbe Partien und Schnüre von Galenit und in Drusenräumen undeutliche, oberflächlich zersetzte Krystalle desselben Minerales, welche von Quarz und Cerussit-Kryställchen begleitet werden. Ausser Quarz führt der Glimmerschiefer auch derben Calcit.

---

*) Schroll (»Grundriss einer salzburg. Mineralogie« in Moll's Jahrb. d. Berg- u. Hüttenk. 1. Bd. 1797) nennt das Gemsock im Habach-Th. u. die Achsel-Alpe im Hollersbach-Th., u. a. O. in den benachbarten Thälern als Galenit-Fundorte (Zeph. Min. Lex. I. 181).

Die oben erwähnte Spaltbarkeit wurde nachgewiesen an einer derben, etwa $2^1/_2$ Cm. grossen, von halbpellucidem Rauchquarz umschlossenen Galenit-Partie, welche vorwaltend von einem Individuum gebildet zu sein scheint. Die stark glänzenden, vollkommen ebenen Spaltflächen des durch seine übrigen Eigenschaften als Galenit wohl charakterisirten Minerales liessen sich sogleich als ungewöhnliche erkennen; am Reflexions-Goniometer gaben sie mit nur geringen Abweichungen die oktaedrischen Kantenwinkel von 70° 32 und 109° 28′.

Während mit dem Meissel und Hammer oder einem Messer sehr leicht die Spaltung nach den vier Richtungen der Oktaeder-Flächen erfolgt, sind auf gleiche Weise Spaltflächen nach dem Hexaeder auffallend schwieriger darzustellen; ein Unterschied in Ebenheit und Glanz der beiderlei Spaltflächen ist aber nicht bemerkbar, sie geben am Fernrohr-Goniometer gleich deutliche Reflexe, mittelst welcher durch eine Reihe von Messungen die Kantenwinkel $O : \infty O \infty$ wenig abweichend von 54° 44′ bestimmt wurden. Leichter scheint die hexaedrische Spaltung zu erfolgen, wenn man einen Schlag unmittelbar durch den Hammer, oder durch den Pistill im Stahlmörser einwirken lässt; die derart erhaltenen Fragmente sind häufig von spiegelnden hexaedrischen Spaltflächen neben den vorwaltenden oktaedrischen begrenzt.

Auffallend ist das Verhalten des Galenites während und nach dem Glühen desselben im Kölbchen. Erhitzt man Spaltstücke bis zum Glühen und beginnender Zersetzung, so decrepitiren sie nicht, die geglühten Proben sind aber mit einem Messer oder Meissel und Hammer leicht nach den drei Richtungen der Hexaederflächen, und — soweit es sich an den wenigen Stückchen, die mir zur Verfügung standen, bestimmen liess — schwieriger oktaedrisch spaltbar. Zur Sicherstellung dieses Wechsels zwischen der ersten und zweiten Richtung der Minimal-Cohäsion während des Glühens sind jedoch noch wiederholte Versuche erforderlich.

Das Volumgewicht ist 7,50 im Mittel zweier Pyknometer-Wägungen (7,49, 7,51) mit 0,69 und 0,57 Grm. Nach der Bestimmung des Herrn Prof. Ph. Weselsky im Laboratorium der k. k. polytechn. Hochschule in Wien, enthält der Galenit von Habach in 100 Theilen:

98,03 Schwefelblei,
1,97 Schwefelwismut.

In den Cohäsions-Verhältnissen bietet der beschriebene Galenit eine vollkommene Analogie mit einem Vorkommen von Cornwall, Lebanon Co., Pennsylvanien, welches von J. P. Cooke und J. Torrey untersucht wurde*). Dieser

*) Americ. Journ. of science and arts. Sec. ser. Vol. XXXV, 1861, p. 126. — Dana's Min. 5 ed. pag. 42 u. 779.

Galenit vom Gew. = 7,63 fand sich in Kalkstein eingesprengt; er ist nach dem Oktaeder und Hexaeder, vollkommener nach ersterem spaltbar und ist auch das Verhalten im Mörser, sowie während und nach dem Glühen gleich dem oben angegebenen *). Cooke untersuchte auch Galenit von anderen Fundorten und erhielt durch Zermalmen im Stahlmörser bei den meisten Proben wenigstens Anzeichen einer oktaedrischen Spaltbarkeit, während dieselbe zuweilen sehr deutlich war. Beim Versuche mit dem Meissel erfolgte nur die gewöhnliche Spaltung. Galenite von Rossie und von Freiberg gaben im Stahlmörser unter dem Druck einer hydraulischen Presse, ersterer zahlreiche, letzterer seltene oktaedrische Spaltflächen; einige Proben liessen auch eine scheinbar dodekaedrische Spaltbarkeit erkennen. Dem Galenit würde demnach eine hexaedrische und eine oktaedrische Spaltbarkeit zukommen und in dem gewöhnlichen Vorkommen die erstere die vorzüglichere sein **). Brush erinnert bei dieser Gelegenheit an Haidinger's Beobachtungen einer dodekaedrischen und hexaedrischen Spaltbarkeit am Fluorit. Auch an anderen regulär krystallisirenden Mineralen kennt man eine Spaltbarkeit nach Flächen verschiedener Formen, es dürften aber in Beziehung auf das auffallende Prävaliren einer zweiten, sonst untergeordneten Minimalrichtung der Cohäsion die erwähnten beiden Galenite die einzigen Beispiele sein. Die vorliegenden Daten über diese beiden Vorkommen geben keine Anhaltspunkte, welche die Bedingung ihrer Eigenthümlichkeit vermuthen liessen. Eine Analyse des amer. Galenites ist a. a. O. nicht gegeben, nur ein hoher Silbergehalt ***) wird hervorgehoben; im Habacher Galenit ist wohl der Gehalt an Schwefelwismut ein ungewöhnlicher, doch dürfte die geringe Menge desselben kaum als Ursache der abweichenden Spaltbarkeit anzusehen sein.

Nach seinen Versuchen in der hydraulischen Presse schien Cooke geneigt die oktaedrische Spaltbarkeit des Lebanon-Galenit durch Druck der bei seiner Bildung eingewirkt zu erklären. Nach Torrey wäre an eine Pseudomorphose nach einem oktaedrisch spaltbaren Minerale zu denken oder ein Dimorphismus des Schwefelbleies anzunehmen; Brush bemerkt, dass die letztere Ansicht durch die nach dem Glühen auftretende, vollkommene hexaedrische Spaltbarkeit sehr gestützt werde, dass aber, falls wirklich Dimorphismus vorhanden, auch eine Differenz der Volumgewichte zu erwarten wäre. Das Gewicht des Galenites von Lebanon und Habach weicht aber nicht von dem des gewöhnlichen Galenites ab. Um eine Dimorphie in diesem Falle festzustellen, wäre von einer geglühten

---

*) Torrey erwähnt, dass er von derselben Localität Galenit erhielt, welcher in gewöhnlicher Weise hexaedrisch spaltete.

**) Vergl. Dana's Mineralogy, 5 edit., pag. 40.

***) 179 $^{1}/_{5}$ ounces of silver to the ton (0,55 Proc.)

Galenit-Partie mit hexaedrischer Spaltbarkeit — nachdem durch eine Analyse nachgewiesen wurde, dass die Substanz chemisch unverändert geblieben —, das Volumgewicht zu bestimmen und dasselbe mit dem Gewichte des ungeglühten Minerales zu vergleichen. Da man in dieser Frage bezüglich des Werthes der differenten Cohäsionsverhältnisse verschiedener Ansicht sein kann, müsste zur Entscheidung wohl die erwähnte Untersuchung eintreten, wozu aber vor Allem eine hinreichende Menge des Minerales erforderlich wäre. —

Der Galenit von Habach wird häufig von Zwillings-Lamellen durchsetzt, welche nach einer oder mehrerer Flächen des Ikositetraeders $(113) = 3O3$ als Zwillingsebene interponirt sind. Die Zwillingslamellen sind meist so dünn, dass sie nur bei besonderer Aufmerksamkeit mit freiem Auge erkannt werden; nur einmal fand ich eine $^1/_3$ Mm. breite Lamelle. Sie treten auf den oktaedrischen und hexaedrischen Spaltflächen des Galenit mit den gleichnamigen Spaltflächen aus und lassen ungeachtet ihrer äusserst geringen Breite in den meisten Fällen am Goniometer approximative Messungen mittelst ihrer starken Reflexe zu.

Eine nach $13\bar{1}$ in ein Oktaeder durch den Mittelpunkt des Axenkreuzes gelegte Zwillingslamelle bildet auf 2 gegenüber liegenden Flächen $\bar{1}11$ und $1\bar{1}\bar{1}$ Tracen, welche den Polkanten parallel sind (*a*), während dieselbe auf den übrigen 4 Flächen mit denen sie zum Durchschnitt kommt, 111, $1\bar{1}1$, $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ und $\bar{1}1\bar{1}$, die Oktaederkanten in $^1/_2$ und $^1/_4$ ihrer Länge unter 30° und 90° schneidet (*b*) (s. Fig. 1). Beide Tracen-Richtungen wurden am Goniometer durch Vergleichung mit dem Fadenkreuz des Beobachtungs-Fernrohres und unter dem Mikroskop durch Messung mit dem Faden-Goniometer nachgewiesen. Auf einer Oktaederfläche sieht man oft mehrere sich kreuzende Linien in den mit (*a*) und (*b*) bezeichneten Lagen (Fig. 2).

Die Kantenwinkel der Oktaederflächen an der Zwillingsebene (113) sind nach der Rechnung:

(*a*) = 20° 3′ 2″ *)
(*b*) = 62° 58′ 8″

Die Messung ergab für die den Oktaederkanten parallelen Zwillingskanten (*a*), im Mittel von 5 Bestimmungen 19° 45′, mit den Grenzwerthen 19° 31′—19° 56′. **)

*) Für nach (113) interponirte Zwillingslamellen werden im Allgemeinen, je nachdem sie durch die Oktaedermitte gehen, oder dem oberen oder unteren Pole genähert liegen und nach einer oder der anderen der mit der Zwillingsebene tautozonalen Oktaederfläche spalten, die Zwillingskanten 1. Art (*a*) messen:

20° 3′ 2″, 50° 28′ 40″ oder 121° 0′ 32″.

Es ist vorauszusetzen, dass von diesen Kanten nur die stumpferen durch Spaltung sich darstellen werden.

**) Die Zwillingskante 1. Art = 20° 3′ 2″ ist für das Gesetz, Zwillingsebene (113),

An nach dem Glühen dargestellten Spaltwürfeln wurden zahlreiche Zwillingslamellen beobachtet, welche nach einer oder gleichzeitig nach verschiedenen Flächen von (113) interponirt sind. Sie erscheinen einzeln oder in aus mehreren parallelen Lamellen bestehenden Systemen; in einem nur 0,05 Mm. breiten Bande auf einer Würfelfläche wurden 9 gleichlaufende Lamellen-Tracen gezählt.

Eine nach 131 in ein Hexaëder durch den Mittelpunkt seiner Axen gelegte Zwillings-Lamelle schneidet 4 horizontale Kanten in $^1/_6$ und $^1/_2$ ihrer Länge unter 108° 26 und 71° 34′ (s. Fig. 3).

Nach rechts oder links parallel verschoben wird diese Zwillings-Lamelle 2 verticale Hexaederflächen in diagonal verlaufenden (*a*), die übrigen Flächen mit denen sie zum Durchschnitt kommt, wie früher in transversalen Linien treffen. Die ebenen Winkel dieser Linien mit den Hexaëder-Kanten sind für die (*a*)- und (*b*)-Kanten (s. Fig. 4):

(*a*) 45° —, 135° —
(*b*) (α) 71° 34′, 108° 26′
(β) 18° 26′

Die transversalen Tracen von 113 und $1\bar{1}3$ schneiden sich auf 100 unter

(γ) 36° 52′, 143° 8′,

die diagonalen und transversalen Tracen schneiden sich unter

(δ) 63° 26′, 116° 34′ und
26° 34′, 153° 26′.

Mikroskopische Messungen mit dem Fadengoniometer gaben an 5 Spaltwürfeln im Mittel wiederholter Bestimmungen:

(*a*) 44° — (α) 72° 6′, (β) 17° 55′, (γ) 37° 30′, (δ) 26° 10′.

Für die diagonal (*a*) und transversal (*b*) verlaufenden Kanten der Hexaederflächen an der Zwillingsebene (113) fordert die Rechnung:

(*a*) = 129° 31′ 20″
(*b*) = 35° 5′ 46″.

An 10 Spaltstückchen wurde die transversale Zwillingskante (*b*) im

---

nicht charakteristisch, denn derselbe Winkel erscheint auch, wenn in oktaedrisch spaltbarem Galenit Zwillingslamellen nach dem von Sadebeck am Galenit beschriebenen Gesetze, Zwillingsebene eine Fläche von (144), angenommen werden. Im letzteren Falle werden überhaupt die oktaedr. Spaltflächen nach den oben unterschiedenen Modalitäten, Zwillingskanten 1. Art (*a*) bilden: 20° 3′ 2″, 89° 24′ 40″ oder 129° 31′ 20″, wobei man ebenfalls nur den ersten stumpfen Winkel bei dem Spaltversuche wird erwarten dürfen. — Uebrigens haben auch die diagonal über die Hexaederflächen verlaufenden Zwillingskanten eines Hexaeder-Zwillings nach (144) die Grösse 20° 3′ 2″.

Mittel von 18 Messungen am Fernrohr-Goniometer gefunden 34° 57′, mit den Grenzwerthen 34° 44′ und 35° 5′.

An einer Spaltform mit den Flächen 111 und 010 wurde eine $^1/_3$ Mm. breite über die beiden bezeichneten Flächen ziehende Zwillingslamelle beobachtet; die Neigung der Spaltflächen der Zwillingslamelle zu 111 und zu 010 wurde gemessen: (*a*) 19° 31′ und (*b*) 35°. Für die Spaltflächen der Zwillingslamelle selbst, fand ich 54° 45′ (111:010). Es tritt daher die Zwillingslamelle auf den Spaltflächen 111 und 010 mit den gleichnamigen Spaltflächen aus.

Mit Rücksicht auf die Ungenauigkeit, mit welcher die angeführten Messungen behaftet sind, ist ihre Uebereinstimmung mit den berechneten Werthen eine ganz genügende.

Analog dem hier beschriebenen Falle ist das Vorkommen von nach (144) interponirten Zwillingslamellen, welches von Sadebeck*) gleichfalls am Galenit beobachtet wurde. Nach diesem Gesetze ergeben sich für die diagonalen (*a*) und transversalen (*b*) Zwillingskanten der Hexaederflächen die Werthe:

(*a*) = 20° 3′ 2″
(*b*) = 88° 15′ 50′,

und sind die Tracen der Zwillingsebenen auf den Hexaederflächen:

(*a*) 45° —, — 135° — —
(*b*) (*α*) 75° 57′ 50″, 104° 2′ 10″
(*β*) 14° 2′ 10″
(*γ*) 28° 4′ 20″, 151° 55′ 40″
(*δ*) 59° 2′ 10″, 120° 57′ 50″.

*) Ztschr. d. d. geol. Ges. 1874, p. 617. Daselbst ist p. 632 zu setzen:
Z. 20 v. u. 14° 2′ 10″ statt 24° 2′ 10″
„ 16 „ „ 45 52 5 „ 75 29 20
„ 9 „ „ 91 44 10 „ 144 58 40.
Die gleiche Berichtigung gilt auch für p. 68 von S.'s »Angewandte Krystallographie«. Berlin 1876.

XIII. Die Krystallformen des Kampferderivates $C_9 H_{12} O_6$.

Von

V. v. Zepharovich in Prag.

(Hierzu Tafel VI, Fig. 5 u. 6.)

In den Sitzungsberichten der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien *) habe ich im vorigen Jahre krystallographisch-optische Untersuchungen einiger Kampferderivate mitgetheilt, welche aus dem gewöhnlichen rechts drehenden Laurineenkampfer erhalten wurden. Die Verbindung, auf welche sich die folgenden Zeilen beziehen, wurde gleich den früher beschriebenen von Herrn Dr. Jos. Kachler dargestellt.

Die Krystalle der Substanz $C_9 H_{12} O_6$ gehören dem monosymmetrischen Systeme an. Die Elemente der Formen sind:

$$a:b:c = 0,6264:1:0,5289$$
$$ac\ (\beta) = 84^\circ\ 15'.$$

Die beobachteten Flächen sind:

c (001).	a (100).	b (010).	$'r$ ($\bar{1}$01).	p (110).	π (120).
oP	$\infty P \infty$	$\infty P \infty$	$P \infty$	∞P	$\infty P 2$.

Diese Verbindung wurde erhalten durch Einwirkung von Brom auf die asymmetrische Hydro-Oxykamphoronsäure, $C_9 H_{14} O_6$ **). Von der Oxykamphoronsäure ($C_9 H_{12} O_6 + H_2 O$), deren Krystalle die obige Zusammensetzung mehr einem Molekül Krystallwasser haben, unterscheidet sich die neue Verbindung auffallend im chemischen Verhalten, im Schmelzpunkte, in der Fällbarkeit durch Metallsalze u. s. w. in goniometrischer Beziehung ist sie den beiden einander ähnlichen, monosymmetrischen Formen der (dimorphen) Oxykamphoronsäure ***) verwandt.

---

*) 78. Bd. 1. Abtheil., S. 7.

**) a. a. O. S. 19.

***) a. a. O. S. 12.

Die Krystalle, sechsseitige Täfelchen oder niedere Säulchen, sind vorwaltend von dem basischen Pinakoide (*c*), dem Klinopinakoide (*b*) und dem Prisma ($p = 110$) begrenzt; zuweilen ist die stumpfe Kante von (110) durch das Orthopinakoid (*a*) schmal abgestumpft, das Klinoprisma ($\pi = 120$) und das Orthohemidoma ($'r = \bar{1}01$) erscheinen hingegen stets nur mit sehr geringer Breite entwickelt (Fig. 5).

Die Flächen von (001) und (010) zeigten sich fast constant nach einer sehr stumpfen Kante gebrochen, daher die Bestimmungen ihrer Neigungen zu einander und zu (110) bedeutenden Schwankungen unterliegen. Auf den vertical gerieften (010) -Flächen beträgt die Distanz der Reflexe in der Zone (110·010) gewöhnlich 3—4½°, einfache Reflexe treten auf (010) nur ausnahmsweise auf; auch von dem glatten (001) werden in den meisten Fällen mehrere Fadenkreuze gespiegelt. Günstiger erwiesen sich im Allgemeinen die vertical gerieften Flächen des Prisma (110), welche seltener zwei getrennte Reflexe gaben. Auch das glatte Orthopinakoid (100), welches an einigen Krystallen in grösserer Breite erscheint, ist häufig stumpf gebrochen und wurde nur einmal unter 24 Messungen zur rechten und linken Fläche von (110) gleich geneigt beobachtet. Dasselbe gilt auch für die Messungen von 110 : 010 und $1\bar{1}0 : 0\bar{1}0$; in gleicher Weise schien auch der Umstand, dass unter 12 Beobachtungen nur einmal sich 001 : 010 = 90° ergab, für das asymmetrische System der Krystalle zu sprechen. Der Ueberblick der sämmtlichen Beobachtungsreihen, sowie das optische Verhalten, rechtfertigen aber hier wie bei der Oxykamphoronsäure zweiter Form, deren Krystallflächen ähnlichen Schwankungen in ihrer Lage unterworfen sind, die Annahme des monosymmetrischen Systemes, welches bei der hier besprochenen Verbindung noch durch die gleiche Neigung von $\bar{1}01 : \bar{1}10$ und $\bar{1}01 : \bar{1}\bar{1}0$, wobei die vorzüglichen Spaltflächen nach $\bar{1}01$ zur Messung dienten, gestützt wird. — Die Bestimmung der äusserst schmalen Flächen π als (120) ist nur eine wahrscheinliche.

Die folgende Tabelle giebt die Messungs- und Rechnungs-Resultate für die Winkel der Flächen-Normalen.

	Berechnet.	Gemessen.	Z*)	Grenzwerthe.
c (001) : a (100)	— —	84° 15′	15	84° 10′—84° 22′
b (010)	90° 0′	90 3¾	12	89 26 —90 45
'r ($\bar{1}$01): 'a ($\bar{1}$00)	53 12½	53 17	6	53 9 —53 26
c (001)	— —	42 32½	12	42 20 —42 40
'p ($\bar{1}$10)	59 27	59 30	8	59 26 —59 34
p (110) : a (100)	31 56	31 57½	24	31 28 —32 26
b (010)	58 4	57 59	28	55 56 —60 0
c (001)	85 7⅓	85 7	32	84 44 —85 29
p' ($\bar{1}$10)	— —	63 52	13	63 42 —64 0
π (120) : b (010)	38 44	40 58	2	38 30 —43 27
p (110)	19 19¾	17 14	8	16 10 —18 39

Aus meinen Beobachtungen mögen noch jene Mittelwerthe folgen, welche sich auf einzelne, durch ihre Lage nach rechts und links verschiedene, in vorstehender Tabelle zusammengefasste Kanten beziehen.

	Mittel.	Z.	Grenzwerthe.
a (100) : p (110)	31° 49′	13	31° 28′—32° 19′
a (100) : p' ($\bar{1}$10)	32 7½	11	31 34 —32 26
b (010) : p (110)	58 25	17	56 3 —60 —
b' (0$\bar{1}$0) : p' (1$\bar{1}$0)	57 19	11	55 56 —59 35
c (001) : p (110)	85 17	16	85 1 —85 29
c (101) : p' ($\bar{1}$10)	84 57	16	84 44 —85 17

Die Krystalle sind nach dem Orthohemidoma ($\bar{1}$01) vollkommen, nach dem Orthopinakoide (100) gut spaltbar.

Ueber die optischen Verhältnisse verdanke ich Herrn Prof. Vrba die folgenden Daten:

Die optischen Axen liegen in der Symmetrie-Ebene und deren spitze positive Bissectrix (c) im stumpfen Winkel der Krystallaxen von 95° 45′. Im Stauroskop wurden in einer Platte parallel (010) die Neigungen der Hauptschwingungs-Richtungen zu den Normalen auf (001) und (100) bestimmt (001) c = 36°, (100) a = 41° 45′; demnach ist das Orientirungsschema **) (s. Fig. 6).

$$(001)\ \mathfrak{b}\,\mathfrak{c} = 36^0$$
$$+$$

Der Winkel der optischen Axen wurde in einer Platte senkrecht auf c (H) und in einer zweiten, einer Spaltlamelle parallel ($\bar{1}$01) (H′), in beiden Fällen mittelst 20 Messungen in Oel bei Natriumlicht gefunden:

*) Zahl der gemessenen Kanten.

**) Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien, 34. Bd. 1859. S. 140.

$$2\,H = 84^0$$
$$2\,H' = 105^0,$$

daraus folgt annähernd — da $(\bar{1}01)$ nicht senkrecht gegen a geneigt ist, $(\bar{1}01)\ a = 101^0\ 24'$ — der wirkliche Axenwinkel

$$2\,V = 80^0\ 16',$$

$\rho < v$; geneigte Dispersion sehr schwach wahrnehmbar.

Die Neigungen der optischen Axen zu den Normalen auf (001) und (100) sind demnach (001) $B = 4^0\ 8'$, (100) $A = 8^0\ 7'$. Im verticalen Polarisations-Apparat sieht man durch (001) eine Axe (B) unter ca. $5\frac{1}{2}^0$ und durch (100) die zweite (A) unter ca. $22\frac{1}{2}$ Neigung gegen die Normalen auf die genannten Flächen in Luft austreten.

Im Stauroskop erkennt man innere Unregelmässigkeiten in den Krystallen, indem manche bei keiner Lage dunkel werden, andere nur in einer Lage dunkel, in der darauf senkrechten aber hell erscheinen. —

Die oben erwähnte goniometrische Verwandtschaft der Verbindung $C_9H_{12}O_6$ mit den beiden monosymmetr. Formen der (dimorphen) Oxykamphoronsäure $C_9H_{12}O_6 + H_2O$ ergiebt sich aus folgender Vergleichung:

	$C_9H_{12}O_6$.	$C_9H_{12}O_6 + H_2O$.	
		I. Form.	II. Form.
$a:b:c$.	0,626 : 1 : 0,529	0,747 : 1 : 0,490	0,773 : 1 : 0,641
ac (β)	84° 13′	86° 30′	72° 21′
$'r$ $(\bar{1}01)$: c (001)	42 $32\frac{1}{2}$	24 13	46 33
$'r$ $(\bar{1}01)$: $'a$ $(\bar{1}00)$	53 $12\frac{1}{4}$	58 57	61 6
p (110) : c (001)	85 $7\frac{1}{3}$	87 $27\frac{3}{4}$ *)	75 52
p (110) : a (100)	31 56	36 43	36 $21\frac{1}{3}$
p (110) : b (010)	58 4	53 $16\frac{3}{4}$	53 $38\frac{1}{2}$
p (110) : p' $(1\bar{1}0)$	63 52	73 $26\frac{1}{2}$	72 $42\frac{2}{3}$
π (120) : b (010)	38 44	33 50	34 11
π (120) : p (110)	19 $19\frac{3}{4}$	19 $26\frac{3}{4}$	19 $27\frac{1}{3}$
Spaltbarkeit.	$'r$. a.	a . c.	a . b.
Opt. Schema.	(001) $\mathfrak{b}\mathfrak{c}$ = 36 +	(001) $\mathfrak{b}\mathfrak{a}$ = 24° 30′ −	(001) $\mathfrak{a}\mathfrak{c}$ = 34° 30′ −
Opt. Axen-Wink.	80° 16′	88° 34′	85° 7′

*) An der Oxykamphoronsäure I. Form wurde p (110) nicht beobachtet.

XIV. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Brechungsexponenten der natürlichen Sulfate des Baryum, Strontium und Blei.

Von

A. Arzruni in Strassburg.

(Mit einem Holzschnitt.)

Literatur.

E. Mitscherlich, Ueber die Aenderung der krystallisirten Körper durch die Wärme. Abhandl. Berl. Akad. Jahrg. 1825. Physik. Klasse. S. 201. Berlin, 1828.

F. Rudberg, Untersuchung über die Brechung des farbigen Lichtes im Bergkrystall u. Kalkspath. Pogg. Ann. 14, $_{45}$. 1828.

——, Untersuchung über etc. im Aragonit und im farblosen Topase. Pogg. 17, $_{1}$. 1829.

——, Ueber die Veränderung, welche die doppelte Strahlenbrechung in Krystallen durch Temperaturerhöhung erleidet. Pogg. 26, $_{291}$. 1832.

J. C. Heusser, Untersuchung über die Brechung des farbigen Lichtes in einigen krystallisirten Medien. Pogg. 87, $_{454}$. 1852.

V. v. Lang, Ueber die Aenderung der Krystallaxen des Aragonites durch die Wärme, gerechnet aus Rudberg's Beobachtungen. Sitzb. Wien. Akad. 32, $_{577}$. 1858.

——, Versuch einer Monographie des Bleivitriols. Sitzb. Wien. Akad. 36, $_{241}$. 1859.

A. Des Cloizeaux, Observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés. Ann. d. Mines. [6]. 2, $_{327}$. 1862; auch Pogg. 119, $_{481}$.

H. Fizeau, Recherches sur les modifications que subit la vitesse de la lumière dans le verre et plusieurs autres corps solides sous l'influence de la chaleur. Ann. chim. phys. [3]. 66, $_{429}$. 1862; auch Pogg. 119, $_{87, 297}$.

——, Recherches sur la dilatation et la double réfraction du cristal de roche echauffé. Ann. chim. phys. [4]. 2, $_{143}$. 1864.

A. Müttrich, Bestimmung des Krystallsystems und der optischen Constanten des weinsteinsauren Kali-Natron; Einfluss der Temperatur auf die optischen Constanten desselben etc. Pogg. 121, $_{193, 398}$. 1864.

H. Fizeau, Sur la dilatation du diamant et du protoxyde de cuivre cristallisé sous l'influence de la chaleur. Comptes rendus Acad. Paris. 60, $_{1161}$. 1865; auch Pogg. 126, $_{611}$.

——, Mémoire sur la dilatation des corps solides par la chaleur. C. R. 62, $_{1101, 1133}$. 1866; auch Pogg. 128, $_{564}$.

H. Fizeau, Sur la propriété que possède l'iodure d'argent de se contraeter par la chaleur et de se dilater par le froid. C. R. 64, $_{314, 771}$. 1867; auch Pogg. 132, $_{292}$.
A. Des Cloizeaux, Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels et sur les variations que ces propriétés éprouvent sous l'influence de la chaleur. Recueil de mémoires présentés par divers savants à l'Acad. d. Sciences de l'Inst. Impérl. de France. t. XVIII. $_{511-732}$. 1867.
H. Fizeau, Sur la dilatation des corps solides par la chaleur; 2me mémoire. C. R. 66, $_{1005, 1072}$. 1868; auch Pogg. 135, $_{372}$.
van der Willigen, Sur la réfraction du Quarz et du Spath d'Islande. Fortschr. d. Phys. Berlin. 1869. $_{285}$. (Originalarbeit nicht zugänglich gewesen.)
J. Stefan, Ueber den Einfluss der Wärme auf die Brechung des Lichtes in festen Körpern. Sitzb. Wien. Akad. math. naturw. Cl. 63. II. $_{223}$. 1871.
R. Helmhacker, Ueber Baryte des böhmischen Untersilurs. Denkschr. Wien. Akad. XXXII. 1872.
A. Arzruni, Ueber den Einfluss isomorpher Beimengungen auf die Krystallform des Cölestins. Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIV. $_{484}$. 1872.
V. v. Lang, Ueber die Abhängigkeit der Brechungsquotienten der Luft von der Temperatur. Sitzb. Wien. Akad. math. naturw. Cl. 69. II. $_{451}$. 1874; auch Pogg. 153, $_{448}$.
P. Groth, Physikalische Krystallographie und Einleitung in die krystallographische Kenntniss der wichtigeren Substanzen. Leipzig, 1876.
Annuaire pour l'an 1877, publié par le Bureau des Longitudes.

Die Versuche von Rudberg, Fizeau, van der Willigen und Stefan haben, wie vorauszusehen war, gezeigt, dass die Lichtgeschwindigkeit in einem und demselben krystallisirten Medium keine constante Grösse ist, sondern bestimmten, von der Temperatur abhängenden Aenderungen unterworfen ist. Diese Versuche, welche ebenso an isotropen wie auch an optisch ein- und zweiaxigen Krystallen angestellt worden sind, beziehen sich direct auf die Aenderung der Brechungsexponenten bei verschiedenen Temperaturen. Andrerseits beobachteten Des Cloizeaux und Müttrich an einer Reihe zweiaxiger Krystalle den Einfluss der Temperatur auf die Grösse des optischen Axenwinkels.

Wenn wir hier kurz die Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammenfassen, so können sie folgendermassen ausgedrückt werden:

die bis jetzt untersuchten isotropen Krystalle (Steinsalz, Sylvin, Flussspath, Alaun) zeigen sämmtlich ein analoges Verhalten — ihre Brechungsexponenten nehmen mit steigender Temperatur ab; von den optisch einaxigen Krystallen ist am Quarz ein entsprechendes Verhalten sowohl für den ordentlichen, wie für den ausserordentlichen Strahl nachgewiesen worden, während der Kalkspath gerade das Entgegengesetzte zeigt, nämlich eine Zunahme der Brechung des Lichtes bei steigender Temperatur, welche für beide Strahlen, den ordentlichen und

den ausserordentlichen, stattfindet. Endlich ist noch ein zweiaxiger Körper, der Aragonit, in dieser Beziehung untersucht worden und ergab ein den isotropen und dem Quarz analoges Verhalten. Also mit Ausnahme des Kalkspathes, nimmt in allen bis jetzt untersuchten krystallisirten Medien die Lichtgeschwindigkeit mit steigender Temperatur zu, mit anderen Worten werden die Brechungsexponenten bei höheren Temperaturen kleiner.

Was die Aenderung des Axenwinkels zweiaxiger Krystalle mit der Temperatur betrifft, so konnte aus derselben nicht direct auf diejenige der drei Hauptbrechungsexponenten geschlossen werden, da ja eine geringe Aenderung des Axenwinkels nicht auf eine unbedeutende Ab- oder Zunahme der Brechungsexponenten hindeutet, sondern vielmehr auf das nahezu gleichbleibende Verhältniss ihrer Grössen.

Bei den directen Bestimmungen der Aenderung der Brechungsexponenten doppelbrechender Krystalle, stellte es sich heraus, dass die Zu- resp. Abnahme derselben unter dem Einflusse der Temperatur eine nach verschiedenen Richtungen verschiedene ist; so beträgt nach Rudberg's Versuchen, welche für den Temperaturintervall von 18° — 82° und für die Frauenhofer'sche Linie F angestellt worden sind, die Aenderung

beim Quarz	für ω :	— 0,00026
	» ε :	— 0,00028
» Kalkspath	» ω :	bleibt unverändert
	» ε :	+ 0,00043
» Aragonit	» α :	— 0,00062
	» β :	— 0,00082
	» γ :	— 0,00089,

oder, bei Annahme einer proportionalen Aenderung für gleiche Temperaturintervalle, finden wir für 1°

Quarz	ω	— 0,0000406
	ε	— 0,0000437
Kalkspath	ε	+ 0,000067
Aragonit	α	— 0,000097
	β	— 0,000128
	γ	— 0,000139

Aus den Versuchen von Fizeau ergiebt sich für je 1°, bei einer mittleren Temperatur von 40°

Quarz	ω	— 0,000005443
	ε	— 0,000006609
Kalkspath	ω	+ 0,000000565
	ε	+ 0,0000108 ;

endlich sind die entsprechenden Zahlen aus den Versuchen von van der Willigen

Quarz ω — 0,0000059
ε — 0,0000079
Kalkspath ω + 0,0000003
ε + 0,000025 .

Man sieht hieraus, wie sehr die Angaben der verschiedenen Beobachter von einander abweichen. Uebrigens haben die Versuche von **Fizeau** gleichzeitig gezeigt, dass die Abnahme der Brechungsexponenten beim Quarz mit der Temperatur keine gleichmässige ist, sondern grösser wird mit steigender Temperatur.

Es ist zugleich aus Versuchen, welche zuerst von **Mitscherlich** angestellt worden sind, bekannt, dass bei doppelbrechenden Krystallen auch der Ausdehnungscoëfficient durch die Wärme ein in verschiedenen Richtungen verschiedener ist; es ändert sich also bei der Erwärmung die Dichtigkeit der doppelbrechenden Krystalle nach ungleichwerthigen Richtungen verschieden. — In der folgenden Tabelle sind die Ausdehnungscoëfficienten von Quarz, Kalkspath und Aragonit nach den Versuchen von **Fizeau** für je ein Temperaturgrad bei mittlerer Temperatur von 40° zusammengestellt. Daneben sind zum Vergleiche die entsprechenden Brechungsexponenten und ihre Aenderung nochmals angeführt.

	Ausdehnungscoefficient.	Brechungsexp. f. F.	Aenderung f. 1°.
Quarz nach der Hauptaxe	a = 0,00000781	ε = 1.55896	— 0,000006609
» senkrecht zur »	$a_{,}$ = 0,00001419	ω = 1.54970	— 0,000005443
Kalkspath nach der Hauptaxe	a = 0,00002621	ε = 1.49075	+ 0,0000108
» senkrecht zur »	$a_{,}$ = 0,00000540	ω = 1.66802	+ 0,000000565
Aragonit nach der 1. Mittellinie	a = 0,00003460	α = 1.53478	— 0,000097
» » » opt. Normale	$a_{,,}$ = 0,00001016	β = 1.69058	— 0,000128
» » » 2. Mittellinie	$a_{,}$ = 0,00001719	γ = 1.69510	— 0,000139

Beim Quarz und Kalkspath ist die Richtung der kleineren Lichtgeschwindigkeit (welche dem grösseren Brechungsexponenten entspricht) zugleich auch diejenige der kleineren Ausdehnung durch die Wärme. Ein bestimmtes Gesetz liegt Dem jedoch nicht zu Grunde, da **Fizeau** das entgegengesetzte Verhalten mehrerer anderer einaxiger Substanzen kennen gelehrt hat.

Was die Aenderung der Brechungsexponenten mit der Temperatur, verglichen mit ihrer absoluten Grösse, betrifft, so ist dieselbe im Quarz und Aragonit derart, dass die grösste Aenderung dem grössten, die mittlere dem mittleren und die kleinste dem kleinsten Brechungsexponenten entspricht; der Kalkspath verhält sich dagegen gerade umgekehrt, wie ja auch die Aenderung, die seine Brechungsexponenten erleiden, im entgegengesetzten Sinne stattfindet.

Alle diese Beziehungen zwischen Lichtgeschwindigkeit, Ausdehnung durch die Wärme und Aenderung der Brechungsexponenten mit der Tem-

peratur sind noch sehr wenig studirt worden und es war daher von Interesse, die hier angeführten und einzig bekannten Fälle durch Untersuchungen an anderen doppelbrechenden Krystallen zu vermehren, denn grösseres Beobachtungs-Material ist allein im Stande, über etwaige Gesetzmässigkeiten Aufschluss zu geben. Ferner lag es nahe, zu untersuchen, ob die Aenderung der Brechungsexponenten eine sich gleichbleibende oder von der Temperatur, bei welcher die Beobachtung angestellt wird, abhängige ist.

Das Studium dieser Verhältnisse wurde zur Aufgabe vorliegender Arbeit gemacht, und dafür die drei isomorphen Sulfate von Baryum, Strontium und Blei gewählt, einmal, weil die von Des-Cloizeaux an ihnen beobachtete bedeutende Aenderung des optischen Axenwinkels mit der Temperatur eine grosse und daher leichter zu beobachtende Aenderung der Brechungsexponenten voraussetzen liess, und zweitens, um eine weitere Frage zugleich mit beantworten zu können, nämlich ob isomorphe Verbindungen mit analogen optischen Charakteren sich auch unter dem Einfluss der Wärme analog verhalten.

Das zu den Beobachtungen benutzte Instrument und die Erwärmungsvorrichtung sind in P. Groth's »Physikalische Krystallographie«. S. 464 u. f., ausführlich beschrieben und auf Taf. III, Fig. 5, 6, 7 abgebildet. Der Nonius dieses Goniometers erlaubt eine Ablesung auf 10″. Das Tischchen, welches zum Aufsetzen der Krystalle dient, wurde durch eine, mit einem Stifte versehene, kleine dreieckige Messingplatte mit heraufgebogenem Rande ersetzt; auf dieselbe wurde das zu untersuchende Prisma gestellt und vermittelst einer horizontal laufenden Schraube an den Rand geklemmt. Bei der Beobachtung wurde bei jeder Temperatur zuerst der Winkel des Prismas gemessen, indem der von einer Natriumflamme beleuchtete Spalt des Spaltfernrohres von den beiden Flächen des Prismas zur Reflexion gebracht wurde, darauf das, vermittelst des Krystallträgers auch für sich drehbare, Prisma für jeden Strahl auf das Minimum der Ablenkung eingestellt. Als Lichtquelle dienten die Natriumflamme und die Wasserstofflinien *C* und *F*. Die Linie *G* war nicht immer sichtbar; besonders bei höheren Temperaturen, und nachdem die Geissler'sche Röhre eine Zeit lang in Gebrauch stand, war dieselbe nicht mehr scharf einzustellen. Die Temperaturen, bei denen die Beobachtungen angestellt wurden, waren 20°, 50°, 75°, 100°, 150° und 200°. Abgelesen wurde, nachdem die beiden Thermometer eine Zeit lang eine constante Temperatur zeigten. Durch Versuche mit auf- und absteigender Temperatur wurde constatirt, dass weder die Krystallwinkel, noch die Grösse der Ablenkung eine permanente Aenderung erlitten.

Das Material, welches die Prismen lieferte, bestand aus Barytkrystallen

von Dufton, Cölestinkrystallen vom Erie-See und Anglesitkrystallen von Monte Poni, welche letzteren ich der Freundlichkeit des Herrn Spezia, Professor in Turin, verdanke. Von jeder der drei Substanzen wurden von Herrn Optiker Strübin in Basel, je drei Prismen angefertigt, deren brechende Kanten je einer der drei Elasticitätsaxen parallel waren. Bei den Baryt- und Cölestinprismen wurde der brechende Winkel zu nahezu 56°, bei den Anglesitprismen zu 44° gewählt, um eine Ablenkung von circa 45° zu erhalten, die bei der Construction des Erwärmungskastens allein zur Beobachtung gelangen kann. Der Schliff und die Politur der Flächen liessen Nichts zu wünschen übrig; die reflectirten Bilder waren vollkommen einfach und scharf.

Bei denselben drei Substanzen wurde auch direct der Winkel der optischen Axen bei verschiedener Temperatur gemessen und dazu Platten angewandt, deren Orientirung bei jedem einzelnen Falle angegeben werden soll. Es geschah dies, weil bekanntlich die aus dem Brechungsexponenten berechneten Werthe für den wahren Winkel der optischen Axen nicht dieselbe Genauigkeit bieten, wie diejenigen Zahlen, welche aus Messungen der scheinbaren optischen Axenwinkel ermittelt werden. Besonders ist dies aber der Fall bei solchen Substanzen, bei denen, wie hier, zwei Brechungsexponenten wenig von einander differiren und deren Ungenauigkeiten in der 4. Decimale bereits Fehler von mehr als einem Grade für den berechneten wahren Winkel der optischen Axen nach sich ziehen. Es kann daher bei einer Vergleichung der durch beide Methoden gewonnenen Werthe der wahren Axenwinkel auch nur eine ganz approximative Uebereinstimmung erwartet werden.

Bei sämmtlichen in dieser Arbeit vorkommenden Berechnungen, welche sich auf Krystallwinkel beziehen, wurden für den Baryt die Messungen Helmhackers, für den Anglesit diejenigen von V. v. Lang und für den Cölestin meine Messungen an Krystallen desselben Fundortes (Erie-See) zu Grunde gelegt. Die Benennung der Krystallflächen bezieht sich auf eine analoge Aufstellung der drei isomorphen Verbindungen, wobei die vollkommensten Spaltbarkeiten der Basis (001) und dem Prisma (110) entsprechen, die weniger vollkommene — dem Brachypinakoid (010); als primäre Pyramide wurde diejenige angenommen, welche eine doppelt so grosse Verticalaxe hat, als das beim Baryt und Cölestin am stärksten entwickelte Makrodoma, welchem danach das Zeichen (102) zukommen würde*). Bei dieser Aufstellung verhalten sich die Axen

---

*) Nach der Fläche (111) zeigt der Baryt auch eine ziemlich vollkommene, bisher nicht angegebene Spaltbarkeit. Es wurde an Spaltungsflächen gemessen:

	Helmh.	ber.
001 : 111	64° 25′	64° 19′
111 : 110	25 43	25 41.

$a:b:c$ beim Baryt $= 0,7622 : 1 : 1,2416$
» Cölestin $= 0,76964 : 1 : 1,25506$
» Anglesit $= 0,78516 : 1 : 1,28939$

Ferner ist bei dieser Aufstellung auch die optische Orientirung für alle drei Verbindungen die gleiche: Ebene der optischen Axen — (010); erste Mittellinie und Axe der kleinsten Elasticität: Axe *a*. Sinn der Dispersion $\varrho < v$.

In den folgenden Tabellen sind in der verticalen Columne *t* die Temperaturen, in der mit *a* überschriebenen die Grösse des brechenden Winkels, unter δ und δ' die Mittel der beobachteten Ablenkung der parallel resp. senkrecht zur brechenden Kante schwingenden Strahlen und in den beiden letzten Columnen endlich die aus diesen Daten berechneten entsprechenden Brechungsexponenten angegeben. *C*, *D*, *F* beziehen sich auf die drei Farben, für welche die Ablenkung bestimmt wurde.

Baryt.

Erstes Prisma. Brechende Kante parallel der Axe *b*; Durchgang der Strahlen parallel der Axe *c*; Schwingungen der beiden gebrochenen Strahlen parallel *b* (mittlere Elasticität) und *a* (kleinste Elasticität). Die brechende Kante wich um einige wenige Minuten von der Richtung der mittleren Elasticität ab, dagegen bildete die halbirende des brechenden Winkels in der zur Kante senkrechten Ebene mit der Richtung der kleinsten Elasticität einen Winkel von circa einem Grad.

Tabelle I.

	t	*a*	δ	δ'	β	γ
C.	20	55° 52′ 40″	44° 3′ 15″	44° 58′ 35″	1.63458	1.64518
	50	55 52 30	44 2 10	44 55 20	1.63398	1.64449
	75	,,	44 1 0	44 53 30	1.63370	1.64418
	100	,,	43 58 35	44 50 40	1.63321	1.64347
	150	,,	43 55 30	44 45 20	1.63266	1.64251
	200	,,	43 52 30	44 40 0	1.63206	1.64145
D.	20	wie bei C	44 17 35	45 11 55	1.63704	1.64782
	50		44 15 40	45 8 40	1.63662	1.64718
	75		44 13 45	45 6 30	1.63623	1.64670
	100		44 12 25	45 4 30	1.63597	1.64630
	150		44 8 45	44 58 55	1.63524	1.64520
	200		44 3 40	44 53 30	1.63462	1.64418
F.	20	wie bei C	44 50 10	45 46 10	1.64351	1.65435
	50		44 47 5	45 42 15	1.64286	1.65374
	75		44 46 20	45 40 40	1.64271	1.65342
	100		44 44 35	45 37 35	1.64236	1.65282
	150		44 41 15	45 32 45	1.64170	1.65187
	200		44 37 55	45 27 30	1.64104	1.65083

Zweites Prisma. Brechende Kante parallel der Axe a; Durchgang der Strahlen parallel der Axe b; Schwingungen der gebrochenen Strahlen nach a (kleinste) und c (grösste Elasticität). Die beiden angeschliffenen Flächen bildeten zwar mit der ihre Kante abstumpfenden Fläche c (001) nahezu gleiche Winkel (61° 59′ und 62° 3′), die Kante selbst entsprach aber nicht genau der Richtung der Axe a; ausserdem waren auch die beiden Flächen aus der senkrechten Lage zur Fläche a (100) herausgedreht. Aus Ermangelung genügender Controle durch natürliche Flächen, ist die Schiefe der brechenden Kante nicht berechnet worden.

Tabelle II.

	t	a	δ'	δ	α	γ
C.	20	55° 56′ 10″	44° 4′ 5″	45° 4′ 20″	1.63348	1.64543
	50	55 56 35	44 2 45	45 2 40	1.63311	1.64499
	75	55 57 10	41 1 50	45 1 5	1.63278	1.64453
	100	55 57 35	44 0 50	44 59 35	1.63248	1.64418
	150	55 59 25	43 58 40	44 56 10	1.63160	1.64299
	200	56 0 20	43 55 45	44 51 40	1.63078	1,64187
D.	20	wie bei C.	44 17 40	45 18 50	1.63636	1.64828
	50		44 16 20	45 16 50	1.63582	1.64779
	75		44 15 30	45 15 10	1.63550	1.64730
	100		44 14 30	45 13 50	1.63520	1.64694
	150		44 11 50	45 10 0	1.63422	1.64572
	200		44 9 20	45 6 10	1.63349	1.64473
F.	20	wie bei C.	44 49 30	45 52 20	1.64250	1.65485
	50		44 48 25	45 50 20	1.64218	1.65435
	75		44 47 20	45 49 30	1.64182	1.65404
	100		44 46 20	45 47 50	1.64152	1.65361
	150		44 43 50	45 44 0	1.64056	1.65239
	200		44 41 30	45 40 0	1.63987	1.65137

Drittes Prisma. Brechende Kante parallel der Axe c; Durchgang der Strahlen parallel der Axe a; Schwingungen der gebrochenen Strahlen nach c (grösste) und b (mittlere Elasticität). Die beiden angeschliffenen Flächen und also auch die brechende Kante, in welcher sie zusammenstossen, standen nahezu vertical auf der Fläche c (001), während die Halbirende des brechenden Winkels in der Ebene (001) um ca. 1° 30′ von der Richtung der Elasticitätsaxe b abwich.

Tabelle III.

	t	*a*	δ	δ′	α	β
C.	20	55° 12′ 20″	43° 10′ 20″	43° 16′ 20″	1.63351	1.63474
	50	55 11 50	43 8 30	43 14 5	1.63326.	1.63440
	75	55 11 30	43 5 35	43 11 35	1.63281	1.63404
	100	55 10 50	43 3 25	43 9 35	1.63246	1.63373
	150	55 9 40	42 58 40	43 5 10	1.63177	1.63311
	200	55 8 45	42 52 35	43 0 30	1.63082	1.63238
D.	20	wie bei C.	43 22 55	43 29 15	1.63609	1.63739
	30		43 20 40	43 27 20	1.63575	1.63712
	75		43 18 50	43 25 10	1.63546	1.63676
	100		43 16 20	43 22 50	1.63512	1.63645
	150		43 11 0	43 18 30	1.63481	1.63585
	200		43 5 40	43 13 20	1.63444	1.63502
F.	20	wie bei C.	43 54 30	44 0 50	1.64254	1.64382
	50		43 52 0	43 58 55	1.64215	1.64356
	75		43 49 35	43 56 50	1.64174	1.64323
	100		43 47 25	43 54 15	1.64148	1.64287
	150		43 42 15	43 49 40	1.64071	1.64223
	200		43 37 20	43 45 25	1.63994	1.64161

Wenn wir die entsprechenden, aus je zwei Prismen ermittelten Brechungsexponenten mit einander vergleichen, so finden wir eine bedeutende Abweichung, welche jedoch durch Einführung einer einfachen, annähernden Correction geringer gemacht werden kann. Nehmen wir die grösste gefundene Zahl als vorläufigen Werth für den grössten Brechungsexponenten, die kleinste beobachtete Zahl als ebensolche für den kleinsten, nehmen die Differenz beider Werthe, nehmen ferner die Differenzen zwischen jeder dieser Zahlenreihen und den aus dem ersten Prisma ermittelten Werthen für den mittleren Brechungsexponenten, so erhalten wir dreierlei Grössen, welche nahezu den Differenzen zweier aufeinander senkrecht stehenden Elasticitäten entsprechen werden. Offenbar liegen in einer Ebene zwischen zwei Hauptelasticitäten, denen die Brechungsexponenten n und n_1 entsprechen mögen, solche, die Uebergänge von einer zur anderen bilden. Einer Richtung, welche um einen Grad von einer Elasticitätsaxe abweicht, würde dann ein Brechungsexponent entsprechen, welcher ungefähr um $\pm \frac{1}{90}(n - n_1)$ von demjenigen, welcher für die 1° entfernte Elasticitätsaxe gilt, verschieden ist.

Da der Brechungsexponent γ im ersten Prisma für eine Richtung bestimmt wurde, welche von der Richtung der kleinsten Elasticität nach derjenigen der grössten hin um 1° abweicht, also etwa um $\frac{1}{90}(\gamma - \alpha)$ zu klein, und der Brechungsexponent β im dritten Prisma aus ähnlichen Gründen um circa $\frac{1,5}{90}(\gamma - \beta)$ zu gross gefunden worden ist, so wären den entsprechenden Brechungsexponenten diese Correctionen zuzuaddiren, resp.

abzuziehen. Wir erhalten dann für γ des ersten Prismas und β des dritten Prismas:

Tabelle IV.

	t	$(\gamma-\alpha)$ aus Pr. II	$\frac{1}{90}(\gamma-\alpha)$	γ + Corr.	γ Pr. II — β Pr. I	$\frac{1,5}{90}(\gamma-\beta)$	β — Corr.
	20	0,01195	0,00013	1.64581	0,01085	0,00018	1.63456
	50	0,01188	0,00013	1.64462	0,01106	0,00019	1.63421
	75	0,01185	0,00013	1.64426	0,01083	0,00018	1.63386
C.	100	0,01165	0,00013	1.64360	0,01092	0,00018	1.63355
	150	0,01189	0,00013	1.64264	0,01033	0,00017	1.63294
	200	0,01105	0,00012	1.64157	0,00981	0,00017	1.63211
	20	0,01172	0,00013	1.64795	0,01124	0,00019	1.63720
	50	0,01197	0,00013	1.64726	0,01117	0,00019	1.63693
	75	0,01180	0,00013	1.64683	0,01107	0,00019	1.63657
D.	100	0,01174	0,00013	1.64643	0,01097	0,00018	1.63627
	150	0,01150	0,00013	1.64533	0,01048	0,00018	1.63567
	200	0,01124	0,00013	1.64426	0,01011	0,00017	1.63485
	20	0,01235	0,00014	1,65469	0,01134	0,00019	1.64363
	50	0,01217	0,00014	1.65388	0,01149	0,00019	1.64337
	75	0,01222	0,00014	1.65356	0,01133	0,00019	1.64304
F.	100	0,01209	0,00013	1.65295	0,01125	0,00019	1.64268
	150	0,01183	0,00013	1.65200	0,01069	0,00018	1.64205
	200	0,01150	0,00013	1.65096	0,01033	0,00017	1.64143

Nehmen wir die Mittel von den corrigirten und den entsprechenden, für richtig angenommenen Brechungsexponenten aus den andren Prismen, so erhalten wir, mit Weglassung des nicht genügend controlirbaren zweiten Prismas folgende Werthe für die drei Brechungsexponenten bei verschienen Temperaturen; wobei zu bemerken ist, das dieselben das Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in Luft und Krystall von derselben Temperatur darstellen.

Tabelle V.

	t	α	β	γ
	20	1.63351	1.63457	1.64531
	50	1.63326	1.63407	1.64462
	75	1.63281	1.63378	1.64426
C.	100	1.63246	1.63338	1.64360
	150	1.63177	1.63280	1.64264
	200	1.63082	1.63209	1.64157
	20	1.63609	1.63712	1.64795
	50	1.63575	1.63678	1.64726
	75	1.63546	1.63640	1.64683
D.	100	1.63512	1.63612	1.64643
	150	1.63431	1.63545	1.64533
	200	1.63344	1.63474	1.64426
	20	1.64254	1.64357	1.65469
	50	1.64215	1.64312	1.65388
	75	1.64174	1.64288	1.65356
F.	100	1.64148	1.64252	1.65295
	150	1.64071	1.64188	1.65200
	200	1.63994	1.64124	1.65096

Man wird bei der Vergleichung dieser Angaben mit denjenigen der Arbeiten von Rudberg und Heusser bemerken, dass die von ihnen aus verschiedenen Prismen ermittelten Brechungsexponenten viel näher mit einander übereinstimmen, als die hier gefundenen. Die Ursache liegt aber einfach darin, dass jene Beobachter erstens bloss den parallel der brechenden Kante schwingenden Strahl in Betracht ziehen und den extraordinären vernachlässigen, zweitens, dass die meisten ihrer Prismen derartig verfertigt waren, dass an einem und demselben Stücke zwei brechende Winkel angeschliffen wurden. Eine Kante einer anderen parallel anzuschleifen ist aber viel leichter, als einen Winkel genau von einer bestimmten Richtung halbiren zu lassen. Bei so orientirten Prismen werden die Differenzen zwischen den Werthen für den parallel der Kante schwingenden Strahl natürlich geringe sein, die Werthe selbst aber keine Sicherheit bieten, da die etwaigen Fehler in der Lage einer brechenden Kante sich bei der anderen wiederholen werden.

Dass die hier gefundenen Schwankungen in den Brechungsexponenten nicht von der Methode herrühren, kann leicht aus der Vergleichung zweier Beobachtungsreihen für eine hohe Temperatur, bei welcher die Beobachtung bedeutend unsicherer ist, geschlossen werden.

		Steigende Temperatur		Sinkende Temperatur.	
	t	δ	δ'	δ	δ'
C.	200	42°53′ 0″	43° 0′ 40″		
	„	42 52 50	43 0 20		
D.	„	42 5 40	43 13 20	43° 5′ 30″	43°13′ 20″
	„	43 5 50	43 13 20		
F.	„	43 37 20	43 45 20		
	„	43 37 20	43 45 30		

Daraus ist ersichtlich, dass die bei verschiedenen Prismen vorkommenden Differenzen von 1 bis 2 Einheiten der 4. Decimale nicht herrühren von Ablesungsfehlern und Temperaturungleichheiten, sondern verursacht sind durch die Unmöglichkeit angeschliffene Flächen absolut genau krystallographisch zu orientiren.

Uebrigens stimmen die hier gefundenen Werthe der Brechungsexponenten mit denen von Heusser, so weit sie sich auf dieselbe Temperatur (20°) und Licht derselben Wellenlänge (*D*) beziehen, ziemlich nahe überein.

Wie oben bereits erwähnt wurde, sind auch directe Bestimmungen des Winkels der optischen Axen vorgenommen und hierzu zwei Platten angewandt worden, von denen die eine senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffen wurde (eine Controlmessung zeigte, dass die Mittellinie mit der

Normalen der Platte einen Winkel von 19′ bildete) und in Luft beide Axen zeigte, während bei der anderen durch eine natürliche Fläche (102) eine Axe sichtbar war.

An der ersten Platte wurden für 2 *E* mit Natrium-Licht folgende Werthe gefunden :

Tabelle VI.

t	Bei steigender Temperatur.	Bei sinkender Temperatur.
	2 *E* =	2 *E* =
20°	64° 1′	
50		66° 5′
75	67 12	67 24
80	67 25	
95	68 34	
100	68 51	68 57
114	70 2	
120	70 19	
130	71 14	
140	71 37	
145	72 17	72 11
151	72 31	
170	73 49	73 45
180		75 6
190	76 34	
204	77 16	

Wir hätten daraus durch Interpolation für die Temperatur 150° 2 *E* = 72° 28′ und für 200° = 77° 2′.

Diese Zahlen weichen etwas von den von Des Cloizeaux ab, und zwar mehr, als diejenigen der beiden Beobachtungsreihen voneinander.

An der zweiten Platte wurde der Winkel, welchen die Axe mit der Normalen zur Platte bildet (*E′*) in Luft gemessen (für *Na*) :

Tabelle VII.

t	Zunehmende Temperatur.	Abnehmende Temperatur.
	E′ =	*E′* =
20°	62° 9′	
50	59 36	60° 6′
60	59 16	
75	58 52	58 55
90	58 26	
95	58 14	
100		57 56
110	57 45	
120	57 0	57 2
130	56 35	
145	56 1	
150	55 28	55 33
170	54 48	
180	54 22	54 11
190	53 31	53 43
200	53 11	
205	53 7	

Vermittelst der Formel*)

$$Cotg\ V = cotg\ P + \frac{\sin E'}{\sin E \cdot \sin P},$$

wo E und E' die eben angeführten Werthe sind, und P den Winkel, den die Normalen der Flächen (100) und (102) einschliessen, bedeutet, — können wir den halben wahren Winkel der optischen Axen V berechnen.

In folgender Tabelle ist die Berechnung für die Temperaturen von 20°, 50°, 75°, 100°, 150° und 200° ausgeführt, und die entsprechenden aus den Brechungsexponenten ermittelten daneben gestellt. Diese letzteren sind bloss in Graden angeführt, da, wie schon bemerkt wurde, eine Differenz von einer Einheit in der 4. Decimale bei α und β eine Abweichung von 2 Grad bewirkt.

Tabelle VIII.

t	2V aus E und E′	2V aus α, β, γ
20	37° 28′	34°
50	38 · 43	35
75	39 28	34
100	40 15	35
150	42 6	38
200	44 18	41

In der Berechnung von 2 V aus E, E' und P ist letzterer Winkel als unverändert für alle Temperaturen betrachtet worden, da seine Aenderung nicht beobachtet wurde und das Verhältniss der Axen a und c gerade sich am Wenigsten ändert, wie es aus den Werthen des brechenden Winkels im ersten Prisma deutlich hervorgeht.

Cölestin.

Directe Bestimmungen der Brechungsexponenten des Cölestins liegen bis jetzt nicht vor, mit Ausnahme einer ungefähren Angabe von Des-Cloizeaux, welche sich auf den mittleren Brechungsexponenten bezieht.

Auch hier wurden drei Prismen angewandt, deren brechende Kante je einer Hauptelasticitätsrichtung parallel war und deren angeschliffene Flächen so lagen, dass jeder Brechungsexponent doppelt bestimmt werden konnte, indem die Schwingungen des Strahles einmal parallel, das andere Mal senkrecht zur brechenden Kante waren.

Erstes Prisma. Brechende Kante parallel der Axe c; Durchgang der Strahlen in der Richtung der Axe a; Schwingungen der beiden ge-

*) Diese Formel folgt aus den beiden Gleichungen:

$$\beta \sin V = \sin E \text{ und } \beta \sin (P - V) = \sin E'$$

und durch Division der aus ihnen resultirenden

$$\sin (P - V) = \frac{\sin E'}{\sin E} \sin V$$

mit dem Product sin P sin V.

brochenen Strahlen nach c (grösste) und b (mittl. Elastic.). Die brechende Kante war ziemlich genau (auf 7′) senkrecht zur Fläche (001) und der brechende Winkel auf 4′ genau von der Axe b halbirt.

Tabelle IX.

	t	a	δ	δ'	α	β
C.	20	56° 1′ 45″	43° 2′ 10″	43° 10′ 0″	1.61972	1.62129
	50	,,	43 0 30	43 9 10	1.61938	1.62112
	75	,,	42 59 30	43 8 0	1.61918	1.62089
	100	,,	42 58 0	43 6 30	1.61888	1.62059
	150	,,	42 54 20	43 4 0	1.61815	1.62009
	200	,,	42 50 55	43 0 25	1.61745	1.61937
D.	20	wie bei C.	43 14 5	43 22 10	1.62211	1.62373
	50		43 12 30	43 21 10	1.62179	1.62353
	75		43 11 20	43 20 5	1.62156	1.62332
	100		43 9 50	43 19 0	1.62128	1.62310
	150		43 6 35	43 15 55	1.62061	1.62248
	200		43 2 30	43 12 30	1.61979	1.62179
F.	20	wie bei C.	43 43 40	43 52 10	1.62803	1.62972
	50		43 41 55	43 51 5	1.62768	1.62951
	75		43 40 40	43 50 5	1.62748	1.62931
	100		43 39 20	43 48 40	1.62716	1.62903
	150		43 35 45	43 45 45	1.62645	1.62844
	200		43 32 5	43 42 5	1.62572	1.62772

Zweites Prisma. Brechende Kante parallel der Axe a; Durchgang der Strahlen parallel der Axe b: die gebrochenen Strahlen schwingen also nach c (grösste) und a (kleinste Elastic.). Die brechende Kante ihrer Lage nach in der Fläche c (001) nahezu 15′ von der Verticalrichtung herausgedreht und in der Ebene b (010) um circa 40′ gegen die Verticalaxe a geneigt.

Tabelle X.

	t	a	δ'	δ	α	γ
C.	20	56°17′10″	43°19′ 0″	44° 4′ 50″	1.61986	1.62845
	50	56 17 30	43 17 40	44 2 40	1.61902	1.62793
	75	56 17 50	43 16 50	44 1 10	1.61877	1.62756
	100	56 17 55	43 15 40	43 59 10	1.61852	1.62715
	150	56 18 40	43 12 40	43 56 0	1.61774	1.62633
	200	56 19 40	43 9 45	43 53 25	1.61692	1.62538
D.	20	wie bei C.	43 31 30	44 17 30	1.62184	1.63095
	50		43 29 55	44 15 0	1.62145	1.63039
	75		43 28 35	44 13 35	1.62110	1.63001
	100		43 27 25	44 11 45	1.62086	1.62963
	150		43 24 25	44 8 15	1.62007	1.62875
	200		43 22 0	44 4 50	1.61936	1.62783
F.	20	wie bei C.	44 1 20	44 48 35	1.62776	1.63705
	50		43 59 35	44 46 25	1.62733	1.63654
	75		43 58 40	44 44 50	1.62696	1.63615
	100		43 57 10	44 42 50	1.62675	1.63574
	150		43 54 0	44 38 45	1.62594	1.63475
	200		43 51 5	44 35 20	1.62512	1.63383

Drittes Prisma. Brechende Kante parallel der Axe *b*; Durchgang der Strahlen nach der Axe *c*; Schwingungen der gebrochenen Strahlen nach *b* (mittlere) und *a* (kleinste Elasticität). Die brechende Kante einige wenige Minuten gegen die Axe *b* geneigt, aber genau in der Ebene *c* (001); ausserdem der brechende Winkel genau halbirt von der Axe *a*.

Tabelle XI.

	t	a	δ	δ'	β	γ
C.	20	55° 48′ 35″	42° 53′ 15″	43° 29′ 25″	1.62111	1.62841
	50	55 48 10	42 51 30	43 27 20	1.62086	1.62809
	75	55 47 40	42 49 55	43 25 10	1.62066	1.62778
	100	55 47 30	42 48 40	43 22 50	1.62044	1.62735
	150	55 47 0	42 44 55	43 17 55	1.61984	1.62648
	200	55 46 20	42 40 50	43 12 30	1.61914	1.62535
D.	20	wie bei C.	43 5 35	43 41 45	1.62361	1.63089
	50		43 4 5	43 40 10	1.62340	1.63067
	75		43 2 0	43 37 40	1.62310	1.63029
	100		43 0 30	43 35 20	1.62284	1.62989
	150		42 57 0	43 29 55	1.62226	1.62890
	200		42 52 50	43 24 25	1.62137	1.62796
F.	20	wie bei C.	43 34 40	44 11 40	1.62947	1.63688
	50		43 33 0	44 9 30	1.62923	1.63655
	75		43 31 40	44 7 35	1.62909	1.63629
	100		43 29 50	44 5 10	1.62876	1.63585
	150		43 26 30	43 59 55	1.62821	1.63493
	200		43 22 30	43 55 10	1.62764	1.63414

An diesen drei Prismen wurde keine Correction angebracht, und da dieselben genauer als die vorigen geschliffen waren, gaben sie auch geringere Abweichungen. Nehmen wir also die Mittel der aus allen dreien gefundenen Zahlen, so erhalten wir folgende Werthe für die Brechungsexponenten, welche bezogen sind auf Luft bei der entsprechenden Temperatur.

Tabelle XII.

	t	α	β	γ
C.	20	1.61954	1.62120	1.62848
	50	1.61920	1.62099	1.62801
	75	1.61898	1.62078	1.62767
	100	1.61870	1.62052	1.62725
	150	1.61800	1.61995	1.62641
	200	1.61719	1.61925	1.62547
D.	20	1.62198	1.62367	1.63092
	50	1.62162	1.62346	1.63053
	75	1.62133	1.62321	1.63015
	100	1.62107	1.62297	1.62976
	150	1.62034	1.62237	1.62893
	200	1.61958	1.62168	1.62790
F.	20	1.62790	1.62960	1.63697
	50	1.62751	1.62937	1.63655
	75	1.62720	1.62920	1.63622
	100	1.62695	1.62890	1.63580
	150	1.62620	1.62833	1.63484
	200	1.62542	1.62768	1.63399

Auch beim Cölestin wurde der Winkel der optischen Axen für verschiedene Temperaturen gemessen, und zwar an Platten, welche wie diejenigen des Barytes geschliffen wurden: die eine senkrecht zur ersten Mittellinie, also nach der Fläche (100), die andre parallel einer Fläche (102). Bei letzteren wurde als Austrittsfläche die natürliche Fläche (102) benutzt. Die Aenderung des Axenwinkels wurden auch hier bloss für Natrium-Licht bestimmt.

I. Platte, nach (100). Die Normale gegen die erste Mittellinie unter $11\frac{1}{2}'$ geneigt.

Tabelle XIII.

	2 E	
t	Zunehmende Temperatur.	Abnehmende Temperatur.
18	88° 35′	
20	89 13	
26		89° 50′
30		90 14
40		91 15
50		91 52
55	92 3	
60		93 3
68		93 36
72		
74	93 37	
80		94 36
90		95 32
100	95 44	
120	97 47	
130	98 40	98 39
140	99 45	
150	100 28	
160	101 51	101 36
170	102 27	
180	103 45	
190	104 27	
200	105 26	

Nach Des Cloizeaux soll der Winkel der optischen Axen beim Cölestin mit den Stücken variiren; eine zweite Platte ergab hier jedoch übereinstimmend mit der ersten bei 18° einen Winkel von 88° 50′.

II. Platte, nach (102). Gemessen wurde der Winkel zwischen der Plattennormale und der optischen Axe (*E*) in Luft.

Tabelle XIV.

t	Zunehmende Temperatur.	Abnehmende Temperatur.
16	E' = 44° 22′	
18	44 11	
20	43 50	
30	43 26	
40	43 8	43° 7′
50	42 38	42 44
60	42 10	42 17
70	41 58	
80	41 39	41 35
90	41 0	
100	40 46	40 33
110		40 14
120	40 7	
130	39 32	39 29
140	39 10	
150	38 46	38 42
160	38 19	
170	38 0	
180	37 23	37 21
190	37 6	
200	36 37	

Die nach obiger, beim Baryt angewandten Formel berechneten Werthe für den wahren Axenwinkel (2 V) sind:

Tabelle XV.

t	2V aus E und E′	2V aus α, β, γ
20	51° 12′	51¾
50	52 28½	54
75	53 31	55¼
100	54 19	56
150	56 23	58¾
200	58 35	60¼

Ueber die mangelhafte Uebereinstimmung der aus dem scheinbaren Axenwinkel und den drei Brechungsexponenten berechneten Werthe für 2 V braucht hier nichts weiter bemerkt zu werden; es möge der beim Baryt angeführte Grund auch hier genügen.

Auch bei dieser Berechnung des wahren Axenwinkels aus E und E' ist der Winkel P = (100) : (102) für alle Temperaturen als unverändert angenommen worden, obwohl er mit steigender Temperatur etwas zunimmt, wie leicht aus der Aenderung des brechenden Winkels des Prisma III (Tabelle XI) ersichtlich ist. Aus derselben geht hervor, dass das Verhältniss der Axen $a : c$ mit steigender Temperatur ein grösseres wird. Diese Aenderung ist jedoch eine so geringe, dass sie kaum in Betracht kommt.

Um die Grösse der Dispersion der optischen Axen für verschiedene Theile des Spectrums kennen zu lernen, wurde der optische Axenwinkel in Luft für Lithium-, Natrium- und Thallium-Licht gemessen. Bei 16° war:

$$2\,E\,Li = 87^0\,2'$$
$$\text{»}\ \ Na = 88^0\,38'$$
$$\text{»}\ \ Tl = 89^0\,55^1/_2'.$$

Anglesit.

Das Material, welches zu Gebote stand, erlaubte zwar auch drei Prismen dieser dritten Verbindung verfertigen zu lassen, die Ausbildung der Krystalle machte es aber unzulässig, die anzuschleifenden Flächen so zu orientiren, dass jede der brechenden Kanten einer anderen Elasticitätsaxe parallel zu stehen käme. Obwohl jeder der drei Brechungsexponenten dennoch doppelt bestimmt worden ist, ist es bloss α gewesen, welcher einmal als ordentlicher, das andere Mal als ausserordentlicher Strahl zur Beobachtung gelangte. Von den beiden anderen Brechungsexponenten dagegen ist der eine β, beide Male aus dem parallel der brechenden Kante schwingenden Strahle bestimmt worden, während derjenige Strahl, welcher γ lieferte, in beiden Fällen seine Schwingungen senkrecht zur brechenden Kante vollführte.

Erstes Prisma. Brechende Kante parallel der Axe c; Durchgang der Strahlen nach der Axe b; Schwingungen der gebrochenen Strahlen nach c (grösste) und a (kleinste Elasticität). Die brechende Kante sehr genau vertical und die beiden angeschliffenen Flächen mit einer Genauigkeit von $3^1/_2'$ symmetrisch gegen die Axe a gelegen.

Tabelle XVI.

	t	a	δ	δ'	α	γ
C.	20	44° 54′ 10″	46° 13′ 45″	47° 15′ 45″	1.86975	1.88620
	50	44 53 30	46 10 50	47 12 0	1.86923	1.88548
	75	44 53 0	46 8 30	47 8 45	1.86880	1.88482
	100	44 52 50	46 6 10	47 5 35	1.86825	1.88405
	150	44 52 10	46 0 25	46 58 50	1.86697	1.88252
	200	44 51 45	45 54 30	46 54 25	1.86555	1.88072
D.	20	wie bei C.	46 40 50	47 44 10	1.87696	1.89869
	50		46 37 40	47 40 0	1.87638	1.89287
	75		46 35 45	47 37 25	1.87607	1.89239
	100		46 32 55	47 33 50	1.87538	1.89151
	150		46 27 35	47 26 55	1.87422	1.88995
	200		46 22 0	47 19 20	1.87290	1.88816
F.	20	wie bei C.	47 50 0	48 56 5	1.89528	1.91250
	50		47 48 0	48 52 30	1.89497	1.91185
	75		47 44 50	48 49 20	1.89434	1.91123
	100		47 42 10	48 46 30	1.89370	1.91056
	150		47 37 30	48 39 30	1.89275	1.90901
	200		47 31 35	48 31 30	1.89136	1.90709

Zweites Prisma. Brechende Kante parallel der Axe *b*; Durchgang der Strahlen nach der Axe *c*; Schwingungen der durchgehenden Strahlen nach den Axen der mittleren (*b*) und kleinsten Elasticität (*a*). Der brechende Winkel auf 15′ genau von der Axe *a* halbirt und die Kante unter circa 20′ gegen die Axe *c* geneigt.

Tabelle XVII.

	t	*a*	δ	δ′	β	γ
C.	20	44°57′20″	46°38′25″	47°21′15″	1.87507	1.88639
	50	44 57 5	46 35 35	47 16 25	1.87450	1.88522
	75	44 56 50	46 33 0	47 18 15	1.87383	1.88448
	100	44 56 20	46 30 55	47 9 40	1.87347	1.88373
	150	44 55 35	46 25 50	47 1 25	1.87229	1.88172
	200	44 55 45	46 19 45	46 52 30	1,87073	1.87943
D.	20	wie bei C.	47 5 5	47 48 40	1.88212	1.89360
	50		47 3 0	47 45 0	1.88167	1.89274
	75		47 0 30	47 41 20	1.88141	1.89188
	100		46 58 20	47 37 50	1 88074	1.89116
	150		46 53 5	47 29 25	1.87952	1.88911
	200		46 48 5	47 20 50	1.87825	1.88691
F.	20	wie bei C.	48 16 10	49 2 5	1.90080	1.91276
	50		48 18 20	48 57 40	1.90017	1.91171
	75		48 10 50	48 54 10	1.89961	1.91091
	100		48 8 55	48 50 50	1.89931	1.91025
	150		48 3 50	48 42 45	1.89815	1.90832
	200		47 58 15	48 38 50	1.89675	1.90606

Drittes Prisma. Brechende Kante parallel der Axe *b*; Durchgang der Strahlen parallel der Axe *a*; Schwingungen der abgelenkten Strahlen parallel den Elasticitätsaxen *b* (mittlere) und *c* (grösste). Die Halbirende des brechenden Winkels gegen die Axe *c* unter 5—6′ geneigt; die brechende Kante schliesst mit der Axe *b* einen Winkel von etwa 15′ ein.

Tabelle XVIII.

	t	*a*	δ′	δ	α	β
C.	20	44°32′10″	46°11′15″	46°30′25″	1.86987	1.87498
	50	44 53 0	46 8 30	46 28 45	1.86890	1.87420
	75	44 53 0	46 7 55	46 28 0	1.86865.	1.87400
	100	44 53 30	46 6 10	46 26 40	1.86799	1.87345
	150	44 55 0	46 2 20	46 23 55	1.86638	1.87209
	200	44 56 0	45 58 35	46 21 15	1.86499	1.87103
D.	20	wie bei C.	46 38 50	46 58 20	1.87722	1.88240
	50		46 36 45	46 56 45	1.87633	1.88164
	75		46 35 5	46 55 5	1.87589	1.88136
	100		46 33 15	46 54 30	1.87520	1.88085
	150		46 29 20	46 51 40	1.87357	1.87950
	200		46 26 0	46 49 0	1.87230	1.87840
F.	20	wie bei C.	47 48 55	48 9 25	1.89575	1.90114
	50		47 46 25	48 7 35	1.89477	1.90032
	75		47 45 40	48 7 20	1.89456	1.90025
	100		47 43 50	48 6 25	1.89388	1.89980
	150		47 40 20	48 4 5	1.89285	1.89859
	200		47 37 10	48 1 45	1 89112	1.89757

Die aus den drei Prismen gefundenen Zahlen liefern im Mittel für die drei Hauptbrechungsexponenten des Anglesits die in folgender Tabelle zusammengestellten Werthe.

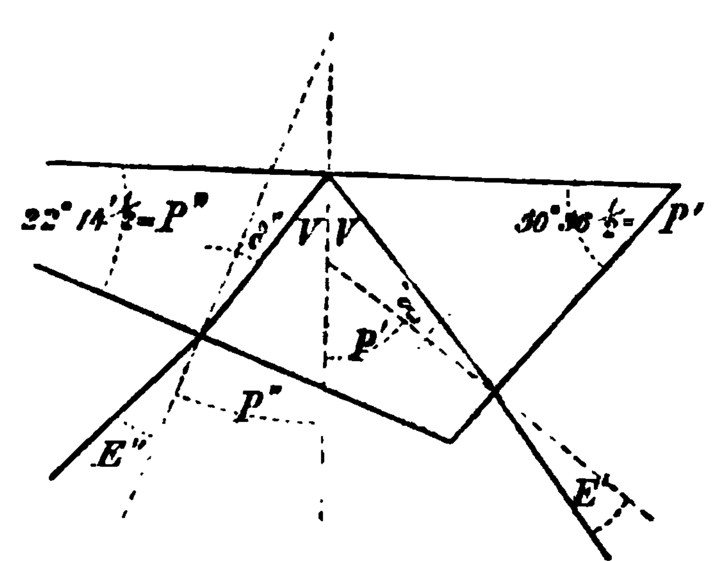
Tabelle XIX.

	t	α	β	γ
C.	20	1.86981	1.87502	1.88630
	50	1.86907	1.87435	1.88535
	75	1.86873	1.87391	1.88465
	100	1.86812	1.87346	1.88389
	150	1.86668	1.87219	1.88212
	200	1.86527	1.87088	1.88008
D.	20	1.87709	1.88226	1.89365
	50	1.87636	1.88166	1.89281
	75	1.87598	1.88124	1.89210
	100	1.87529	1.88080	1.89134
	150	1.87390	1.87951	1.88953
	200	1.87260	1.87833	1.88754
F.	20	1.89549	1.90097	1.91263
	50	1.89487	1.90025	1.91178
	75	1.89445	1.89998	1.91107
	100	1.89379	1.89956	1.91041
	150	1.89255	1.89837	1.90867
	200	1.89124	1.89716	1.90658

Auch für den Anglesit ist der scheinbare Winkel der optischen Axen mit Na-Licht gemessen worden. Des hohen Brechungsexponenten und des grossen Axenwinkels wegen sind die Axen durch eine Platte senkrecht zur ersten Mittellinie nicht sichtbar. Es wurde daher einmal in einer natürlichen Platte nach (102), durch welche eine Axe sichtbar ist, der Winkel, den die Axe mit der Plattennormale bildet, gemessen, und alsdann in einer anderen Platte, geschliffen nach einer Fläche, welche in der Zone [100, 101] lag und mit (100) einen Winkel von 22° 14½′ einschloss, und durch welche auch eine Axe sichtbar war, ebenfalls der Winkel zwischen Axe und Plattennormale gemessen. Aus den auf diese Weise erhaltenen Werthen lässt sich vermittelst der Formel

$$tg\ V = \frac{\sin E'' \sin P' + \sin E' \sin P''}{\sin E'' \cos P' + \sin E' \cos P''} \text{ *)}$$

*) Diese Formel lässt sich leicht bei der Betrachtung nebenstehender Construction ableiten.



Wir haben:

$$\sin E' = \beta \sin \delta' \text{ und}$$
$$\sin E'' = \beta \sin \delta''.$$

Da aber $\delta' = P' - V$

und $\delta'' = V - P''$

ist, so wird

$$\frac{\sin E'}{\sin E''} = \frac{\sin (P' - V)}{\sin (V - P'')}$$

und durch Division mit cos V:

der halbe wahre Winkel der optischen Axen (V) berechnen. Darin sind E' und E'' die Winkel, welche die beiden Flächennormalen mit der scheinbaren optischen Axe einschliessen; P' und P'' die Normalenwinkel der beiden entsprechenden Flächen mit der Fläche (100) oder, was dasselbe ist, die Winkel, welche die beiden Flächennormalen mit der ersten Mittellinie bilden. Die Aenderung der Winkel P' und P'', welche zwischen 20° und 200° nicht einmal 5′ beträgt, ist bei der Rechnung nicht in Betracht gezogen worden.

I. Platte, parallel (102) gab für E':

Tabelle XX.

t	Zunehmende Temperatur.	Abnehmende Temperatur.
18	E' =	18° 27′
20	18° 28′	
30	17 52	
40	17 14	17 8
50	16 30	16 48
60	15 57	16 12
70		15 36
75	15 11	
80		14 58
90		14 29
100	13 48	13 52
120	12 43	12 55
125		12 43
130	12 13	
140	11 23	11 43
150	10 40	
180	9 46	9 37
190	8 53	
200	8 18	

II. Platte, deren Normale unter 22° 14½′ gegen diejenige von (100) geneigt war. An derselben wurden für E'' folgende Werthe gefunden:

$$\sin P' + \sin P'' \frac{\sin E'}{\sin E''} = \left(\frac{\sin E' \cos P''}{\sin E''} + \cos P'\right) tg\, V,$$

woraus die oben angeführte Formel folgt.

Tabelle XXI.

t	Zunehmende Temperatur.	Abnehmende Temperatur.
20	$E'' = 22^0\ 13'$	
25	22 28	$22^0\ 26'$
30		22 45
40	23 14	
50	23 29	23 48
60	24 12	24 22
75	25 1	25 0
80		25 16
90		25 43
100	26 4	26 15
120	27 10	27 31
130	27 51	27 51
140	28 22	28 29
150	29 1	28 51
170	30 9	30 4
180		30 32
190		31 12
200	31 57	

Führen wir nach der angegebenen Formel die Rechnung aus, so erhalten wir für $2\ V$ bei Natrium-Licht:

Tabelle XXII.

t	2V aus E′ und E″	2V aus α, β, γ.
20	$75^0\ 24'$	68^0
50	77 40	$69\frac{1}{2}$
75	79 37	70
100	82 44	72
150	85 43	$73\frac{1}{2}$
200	89 17	77

Auch hier sind die in den zwei Columnen angeführten Werthe für $2\ V$ beträchtlich voneinander verschieden, so dass eigentlich die Ermittelung eines auch noch so annähernden Werthes für den wahren Winkel der optischen Axen durch Berechnung desselben aus den drei Hauptbrechungsexponenten unter diesen Umständen absolut unmöglich erscheint.

Des Cloizeaux berechnet aus α, β, γ für gelbes Licht bei $t = 15^0$ $2\ V = 66^0\ 50'$. Diese Abweichung von dem hier berechneten Werthe rührt von derjenigen her, die zwischen den von diesem Beobachter und den hier gefundenen Grössen für β und γ besteht. Es ist nämlich Des Cloizeaux' β um 8 Einheiten in der 4. und γ über 3 Einheiten in der 3. Decimale von den angegebenen verschieden.

Es ist bereits erwähnt worden, dass die in den Tab. V, XII und XIX zusammengestellten Brechungsexponenten für den Baryt, den Cölestin und den Anglesit sich auf das Verhältniss der Lichtgeschwindigkeit in der Luft und im Krystall bei derselben Temperatur beziehen. Es können danach

die Refractionsindices desselben Körpers, bei verschiedenen Temperaturen bestimmt, nicht als direct miteinander vergleichbare Grössen betrachtet werden. Um also die Aenderung der Lichtgeschwindigkeit selbst bei diesen drei Körpern zu zeigen, müsste dieselbe auf die Lichtgeschwindigkeit in einem bestimmten Medium, von bestimmter Temperatur, etwa auf Luft von 20⁰ bezogen werden.

In seiner Arbeit über die Aenderung der Brechungsexponenten der Luft mit der Temperatur giebt V. v. Lang eine Formel, vermittelst welcher man leicht den Brechungsexponenten der Luft bei einer bestimmten Temperatur, bezogen auf den luftleeren Raum, berechnen kann. Derselbe würde für die hier angewandten Temperaturen folgende Werthe erhalten:

bei	20⁰	ist $n =$	1.0002773
»	50⁰	»	1.0002551
»	75⁰	»	1.0002398
»	100⁰	»	1.0002275
»	150⁰	»	1.0002116
»	200⁰	»	1.0002075

Wenn wir für eine bestimmte Temperatur mit N den gefundenen Brechungsexponenten des Krystalls bezeichnen, mit v die Lichtgeschwindigkeit in der Luft, mit V die Lichtgeschwindigkeit im Krystall, mit n den absoluten Brechungsexponenten der Luft für dieselbe bestimmte Temperatur, so hätten wir

$$N = \frac{v}{V} = \frac{1}{Vn}, \quad \text{da } v = \frac{1}{n}$$

oder

$$V = \frac{1}{n . N};$$

und für μ, wenn wir so den Brechungsexponenten des Krystalls bezogen auf Luft von t^0 bezeichnen, den Ausdruck:

$$\mu = \frac{v_t}{V} = \frac{1}{Vn_t} = N . \frac{n}{n_t}.$$

Für unsern Fall, in welchem $t = 20^0$ ist, erhalten wir

$$\mu = \frac{n}{n_{20}} . N = \frac{n}{1,0002773} . N.$$

Wenn wir in diesem Ausdruck für N und n die für dieselbe Temperatur geltenden Zahlen einsetzen, so bekommen wir die in den folgenden Tabellen zusammengestellten Werthe, welche also das reciproke Verhältniss der Lichtgeschwindigkeit im Krystall bei den sechs verschiedenen Temperaturen, bezogen auf die Lichtgeschwindigkeit in Luft von 20⁰, ausdrücken.

Baryt.

Tabelle XXIII.

	t	α	β	γ
C.	20	1.63351	1.63457	1.64531
	50	1.63322	1.63408	1.64458
	75	1.63275	1.63372	1.64419
	100	1.63238	1.63330	1.64352
	150	1.63166	1.63269	1.64253
	200	1.63070	1.63197	1.64145
D.	20	1.63609	1.63712	1.64795
	50	1.63571	1.63674	1.64722
	75	1.63540	1.63634	1.64677
	100	1.63508	1.63604	1.64635
	150	1.63420	1.63534	1.64522
	200	1.63332	1.63463	1.64414
F.	20	1.64254	1.64357	1.65469
	50	1.64211	1.64308	1.65384
	75	1.64167	1.64282	1.65350
	100	1.64140	1.64244	1.65287
	150	1.64060	1.64177	1.65189
	200	1.63982	1.64112	1.65084

Cölestin.

Tabelle XXIV.

	t	α	β	γ
C.	20	1.61954	1.62120	1.62843
	50	1.61946	1.62095	1.62797
	75	1.61892	1.62072	1.62760
	100	1.61862	1.62044	1.62717
	150	1.61789	1.61984	1.62630
	200	1.61707	1.61913	1.62535
D.	20	1.62198	1.62367	1.63092
	50	1.62158	1.62342	1.63049
	75	1.62127	1.62315	1.63009
	100	1.62099	1.62289	1.62968
	150	1.62023	1.62226	1.62872
	200	1.61947	1.62157	1.62778
F.	20	1.62790	1.62960	1.63697
	50	1.62747	1.62933	1.63631
	75	1.62714	1.62913	1.63615
	100	1.62687	1.62881	1.63572
	150	1.62609	1.62822	1.63473
	200	1.62530	1.62756	1.63387

Anglesit.

Tabelle XXV.

	t	α	β	γ
C.	20	1.86981	1.87302	1.88630
	50	1.86903	1.87431	1 88531
	75	1.86866	1.87383	1.88458
	100	1.86803	1.87337	1.88380
	150	1.86666	1.87207	1.88200
	200	1.86514	1.87073	1.87994
D.	20	1.87709	1.88226	1.89365
	50	1.87682	1.88162	1.89277
	75	1.87590	1.88147	1.89207
	100	1.87520	1.88070	1.89124
	150	1.87377	1.87938	1.88940
	200	1.87247	1.87820	1.88740
F.	20	1.89549	1.90097	1.91263
	50	1.89483	1.90021	1.91174
	75	1.89438	1.89985	1.91099
	100	1.89370	1.89947	1.91031
	150	1.89243	1.89824	1 90854
	200	1.89110	1 89703	1.90644

Betrachten wir nun die Aenderung, welche die Brechungsexponenten bei steigender Temperatur erleiden, so sehen wir, dass sie alle drei und zwar bei allen drei isomorphen Verbindungen unter diesen Umständen abnehmen, gerade so, wie es, mit Ausnahme des Kalkspathes, bei allen bis jetzt untersuchten krystallisirten Körpern beobachtet worden ist. Wir sehen ferner, dass diese Abnahme bei den drei Brechungsindices eines und desselben Körpers eine verschiedene und der Temperatur nicht direct proportionale ist, dass — und Dies gilt wiederum für alle drei isomorphe Verbindungen — die Richtung der kleinsten Lichtgeschwindigkeit diejenige ist, in welcher dieselbe im Krystall am Stärksten wächst; dass die grösste Lichtgeschwindigkeit eine geringere Zunahme erleidet und, endlich, am Wenigsten der Zuwachs der mittleren Lichtgeschwindigkeit beträgt. Während also sich die kleinste Lichtgeschwindigkeit der mittleren nähert, entfernt sich die grösste von ihr, aber um einen geringeren Betrag. Es wird also durch Steigerung der Temperatur die Doppelbrechung im Ganzen eine schwächere.

Endlich ist noch auf eine Thatsache aufmerksam zu machen. Bis jetzt hat bloss Stefan in seinen Versuchen über die Aenderung der Brechungsexponenten durch die Wärme, dieselbe für verschiedene Theile des Spectrums beobachtet. Aus seinen Messungen geht aber nicht deutlich hervor, ob die Aenderung für Strahlen verschiedener Brechbarkeit eine verschie-

dene ist. Diese Versuche, welche sich auf verhältnissmässig niedere Temperaturen erstrecken, waren nicht geeignet die Frage zu entscheiden, und bilden auch die angeführten Abnahmen für die drei Linien *B*, *D*, *F* keine fortlaufende Reihe in einer Richtung, indem die Zahl für die mittlere dieser drei Linien bald kleiner ist als die beiden äusseren, bald umgekehrt.

Von den drei hier untersuchten Körpern ist es beim Anglesit, welchem die grösste Aenderung zukommt, die ungefähr zweimal so gross ist als die der beiden anderen Isomorphen, am deutlichsten zu sehen, dass die Abnahme für jeden der Brechungsexponenten am stärksten am rothen Ende des Spectrums ist und nach dem entgegengesetzten Ende geringer wird. Es nimmt also die Brechbarkeit des Anglesites mit steigender Temperatur ab, während die Grösse seiner Dispersion wächst. Bei den andern beiden Sulfaten ist diese Eigenthümlichkeit der Aenderung der Brechungsexponenten, wonach sie von der Brechbarkeit der Strahlen abhängig wäre, nicht mit Sicherheit zu constatiren. Dieselbe Erscheinung der geringeren Abnahme nach dem brechbareren Theile des Spectrums hin zeigt sich zwar für α und β beim Baryt und ein entgegengesetzes Verhalten beim α des Cölestins, da aber die anderen, γ des Baryts, resp. β und γ des Cölestins schwankende und gestörte Reihen liefern, so darf vorläufig noch kein weiterer Schluss daraus gezogen werden.

Wenn dennoch die Aenderung der optischen Eigenschaften bei den drei isomorphen Sulfaten als eine im Allgemeinen analoge bezeichnet werden muss, so ist das Gleiche in Bezug auf die Aenderung ihrer Dichte nicht der Fall.

Diese Aenderung, welche ja aus derjenigen der Winkel in den der drei aufeinander senkrecht stehenden Zonen der Elasticitätsaxen hervorgeht, ist folgende: im Baryt entsprechen die Richtungen der grössten, mittleren und kleinsten Ausdehnung durch die Wärme der mittleren, grössten und kleinsten Lichtgeschwindigkeit. Der Cölestin dehnt sich in den Richtungen, welche der mittleren und kleinsten Lichtgeschwindigkeiten entsprechen nicht merklich verschieden aus, so dass die Flächen, welche als gemeinschaftliche Zonenaxe die Richtung der grössten Elasticität haben, beim Erwärmen dieselbe Neigung gegen die beiden von ihnen geschnittenen Axen behalten; in der Richtung aber, welche mit derjenigen der grössten Lichtgeschwindigkeit zusammenfällt, ist die Ausdehnung durch die Wärme beim Cölestin die geringste.

Beim Anglesit endlich entspricht die Richtung der grössten Ausdehnung durch die Wärme derjenigen der kleinsten Elasticität, während in den Richtungen der mittleren und grössten Lichtgeschwindigkeit die Ausdehnung durch die Wärme eine nahezu gleiche ist.

Bezeichnen wir mit $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ die grösste, mittlere und kleinste Lichtgeschwindigkeit, so haben wir für den Sinn der Ausdehnung durch die Wärme

beim Baryt $\mathfrak{b} > \mathfrak{a} > \mathfrak{c}$
» Cölestin $\mathfrak{b} = \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$
» Anglesit $\mathfrak{c} > (\mathfrak{a} = \mathfrak{b})$.

Hieraus ist es ersichtlich, dass eine directe einfache Beziehung zwischen Lichtgeschwindigkeit und Ausdehnung durch die Wärme nicht besteht. Zu einer genauen Vergleichung dieser beiderlei Grössen müsste man allerdings die absoluten Ausdehnungscoëfficienten nach den drei Elasticitätsaxen kennen. Vorläufig sind uns aber nur die mittleren Ausdehnungscoëfficienten der drei Verbindungen, deren Bestimmung wir H. Fizeau verdanken, bekannt, und mögen hier angeführt werden.

Die auf Baryt und Cölestin sich beziehenden sind dem »Annuaire du Bureau des Longitudes« entnommen, während derjenige des Anglesits mir durch die Freundlichkeit des Hrn. Fizeau selbst mitgetheilt worden ist. Diese Zahlen sind

	$\alpha_{\theta=40}$	$\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$
für Baryt	0,00001806	0,95
» Cölestin	0,00001754	1,15
» Anglesit	0,00002194	2,07.

Unter $\alpha_{\theta=40}$ sind die mittleren linearen Ausdehnungscoëfficienten für eine mittlere Temperatur von 40° angegeben, während die mit $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$ überschriebenen Zahlen die Aenderung derselben bei Zunahme der mittleren Temperatur um 1° bedeuten.

Aus diesen Werthen und den relativen Ausdehnungscoëfficienten könnten allerdings die absoluten berechnet werden; die auf diese Weise erhaltenen Zahlen versprechen jedoch eine nur sehr annähernde Genauigkeit zu liefern, und es wird wohl angemessener sein eine Vergleichung der Aenderung der Dichte mit derjenigen der Lichtgeschwindigkeit erst dann durchzuführen, wenn directe Bestimmungen der drei Haupt-Ausdehnungscoëfficienten dieser Körper nach der bekanntlich so ausserordentlich genauen Methode des Herrn H. Fizeau vorliegen werden. Solche sind aber von dem genannten Forscher, wie aus einer mir von ihm zugegangenen Mittheilung hervorgeht in nicht langer Zeit zu erwarten.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit können kurz in folgenden Sätzen zusammengefasst werden:

1) Die drei Hauptbrechungsexponenten der isomorphen Sulfate von Baryum, Strontium und Blei ändern sich unter dem Einfluss der Tempe-

ratur verschieden, nehmen aber sämmtlich mit steigender Temperatur ab.

2) Diese Abnahme ist bei allen drei Verbindungen eine analoge und kann ausgedrückt werden durch

$$\gamma > \alpha > \beta.$$

Es nähert sich danach γ den beiden anderen, während sich α von β entfernt.

3) Beim Anglesit wird mit steigender Temperatur die Brechbarkeit eine kleinere, während die Dispersion für verschiedene Farben wächst.

4) Die Richtungen der grössten, mittleren und kleinsten Ausdehnung durch die Wärme stehen bei den drei isomorphen Verbindungen in keiner directen Beziehung zu der Grösse der drei optischen Elasticitäten und der Aenderung der Lichtgeschwindigkeit in diesen drei Richtungen.

XV. Mineralogische Bemerkungen.

Von

H. Laspeyres in Aachen.

(Hierzu Tafel VII.)

---

1. Maxit und Leadhillit.

Nach den bisherigen Untersuchungen dieser beiden Mineralien von Des Cloizeaux, Hintze, von Lang und mir*) kann man wohl nicht mehr daran zweifeln, dass beide dasselbe sind. Absolute Gewissheit darüber können aber nur einerseits eine erneute, chemische Analyse des schottischen Leadhillit und andererseits die Ermittelung der Krystallform des sardinischen Maxit bringen.

Den Herren C. Hintze in Strassburg und Max Braun von hier verdanke ich für beide Untersuchungen das nöthige werthvolle Material.

A. Die chemische Zusammensetzung des Leadhillit.

Obwohl an der Stufe von Leadhills der Leadhillit vielfach mit Cerussit und Anglesit durchwachsen ist, konnte er doch vermöge seiner ausgezeichneten Spaltbarkeit und seines lebhaften diamantartigen Perlmutterglanzes für die Analysen in hinreichender Menge und von ganz zuverlässiger Reinheit ausgesucht werden.

Die zum Theil wiederholten Analysen wurden gerade so ausgeführt wie meine letzten Analysen des Maxit**). Ausserdem erlaubte aber die Menge des ausgesuchten Materials auch eine directe Bestimmung des sog. Wassergehaltes nach den von mir***) als zuverlässig erprobten Methoden.

---

*) Nouvelles recherches 1867. 72. — Pogg. Ann. 1874. **152**, 256. — Journ. f. prakt. Chem. 1872. 470; 1873. 127; 1876. 370. — Jahrbuch f. Min. 1872. 508.

) Journ. f. prakt. Chem. 1876. **13, 370.

***) Journ. f. prakt. Chem. 1874. **11**, 26; 1875. **12**, 347.

Die Analysen ergaben:

Wasser . . .	1,818 %
Kohlensäure .	7,981 »
Schwefelsäure	8,424 »
Bleioxyd . .	81,777 »
	100,000 %

Danach hat, wie erwartet, der Leadhillit genau dieselbe Zusammensetzung wie der Maxit:

	I.	II.
Wasser . . .	1,866 %	1,838 %
Kohlensäure .	8,032 »	8,083 »
Schwefelsäure	8,123 »	8,171 »
Bleioxyd . .	81,979 »	81,908 »
	100,000 %	100,000 %

I. Mittel aus allen meinen Analysen.

II. Berechnet aus der daraus abgeleiteten Formel.

und entspricht mithin der empirischen Formel:

$$H_{10}\ Pb_{18}\ C_9\ S_5\ O_{56}$$

Unbegreiflich bleibt es, dass der Leadhillit von Leadhills, Nertschinsk und Sardinien achtmal von sieben verschiedenen Chemikern, darunter Berzelius und Stromeyer, mit fast genau übereinstimmenden Resultaten — im Mittel:

Kohlensäure .	11,92	
Schwefelsäure	7,32	$= Pb_4\ C_3\ S\ O_{13}$ —
Bleioxyd . .	80,76	
	100,00	

untersucht werden konnte, ohne seine wahre Zusammensetzung aufzufinden.

Dadurch und besonders durch die Analyse von Berzelius wurde ich bestimmt, den sardinischen Leadhillit für ein neues Mineral zu halten.

B. Die Krystallform des Maxit. (Fig. 1, 2, 3.)

Die ersten und bisher wohl einzigen Krystalle von Maxit hat Herr Braun von seinen Reisen aus Sardinien nach Deutschland gebracht. Sie übertreffen die schottischen Krystalle an Grösse und Schönheit.

Den grössten (10 Mm. im Quadrat, 2 Mm. dick), flächenreichsten und flächenreinsten dieser Krystalle hat er mir für die folgenden Untersuchungen zu übergeben die Gefälligkeit gehabt. Die eine nicht ausgebildete Hälfte ist zu einer meiner letzten Analysen verwendet worden.

Alle auf Cerussit und Anglesit in sog. zerfressenem Bleiglanze aufgewachsenen Krystalle sind tafelförmig. Der den folgenden Beobachtungen

zu Grunde liegende ist in Fig. 1 in etwa 10facher Grösse ganz getreu parallelperspectivisch abgebildet worden.

Er besteht den Messungen und den optischen Untersuchungen zu Folge aus einem herrschenden dicken (I) und einem untergeordneten dünnen (II) Individuum in nicht ganz paralleler (und nicht Zwillings-) Stellung. Das zweite Individuum ist gegen das erste um die in der Zeichnung von vorn nach hinten laufende Axe etwas stärker als um die von rechts nach links gehende gedreht.

Zur krystallographischen Orientirung und zur Vermeidung von Täuschungen bei den Messungen durch versteckte Zwillingsbildung wurde der Krystall zuerst in convergentem polarisirtem Lichte untersucht; die erste Mittellinie steht nämlich senkrecht zur Tafelfläche des Krystalls.

Auffallender Weise zeigte sich nur an einer ganz kleinen, in Fig. 1 mit *z* bezeichneten Stelle eine, an anderen Stücken so häufige Zwillingsbildung durch zwei unter nahezu 60° gekreuzte Lemniskatensysteme. Sonst liegen die Ebenen der optischen Axen überall parallel der Längsfläche, soweit das Individuum I für sich reicht. Wo dieses vom zweiten etwas divergent bedeckt wird, zeigen sich bei nicht mehr sich deckenden Fadenkreuzen zwei parallele, aber sowohl nach rechts als auch nach vorne etwas gegeneinander verschobene Curvensysteme, das eine mit engen, das andere mit weiteren, beide mit etwas gestörten Farbenringen.

Die Kantenwinkelmessungen am grossen Fernrohrgoniometer wurden durch die Beschaffenheit der meisten Krystallflächen ausserordentlich begünstigt und können, soweit sie ersten und zweiten Grades sind, als ganz zuverlässig bezeichnet werden.

Abgesehen von den zahlreichen Winkelmessungen, welche nur zur Ermittelung der Flächensymbole ausgeführt wurden, sind behufs der Ermittelung des Krystallsystems und der krystallographischen Elemente folgende Winkel gemessen worden*):

---

*) Alle störenden Reflexe von Nebenflächen und besonders von der krummflächigen und deshalb mehrzählige Reflexe gebenden Basis *c* wurden durch Schwärzung, obwohl durch deren Wiederholung schliesslich der Krystall gelitten hat, beseitigt. Durch Abblendung alles Nebenlichtes durch eine dunkle Kammer um den Krystall wurde das Spiegelbild des Signales wesentlich geschärft. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875. 600.

Fundamentalwinkel des Maxit.

Kanten in Fig. 1	Gemessen			der Messungen		Entsprechende Winkel des Leadhillit nach Des Cloizeaux
	Max.	Min.	Mittel	Zahl	Grad	
$(c) : (i)$	40° 8′ 20″	40° 7′ 0″	40° 7′ 35″	10	I	40° 5′ 36″
$g^1 : b$	42 5 30	42 3 15	42 4 26	24	I	42 15 0
$m^1 : b$	29 45 30	29 44 10	29 44 58	14	I	29 50 0
$n^1 : b$	22 26 55	22 26 40	22 26 48	6	I	
$x^2 : b$	36 8 45	36 6 45	36 7 54	18	I	36 11 0
$c : b$	90 0 0	89 59 0	89 59 34	10	II	90 0 0
$g^1 : x^2$	69 16 25	69 14 20	69 15 37	22	I	69 27 0
$g^1 : m^1$	49 47 5	49 45 35	49 46 25	12	I	50 3 0
$g^1 : n^1$	32 30 25	32 30 15	32 30 20	4	I	
$n^1 : x^2$	36 55 5	36 54 20	36 54 42	6	I	
$c : m^1$	89 52 20	89 41 15	89 47 38	32	II u. III	90 0 0
$x : m$	21 36 50	21 15 40	21 24 25	18	III	21 30 0

Die häufigsten, im Goniometer oder durch Rechnung geprüften Zonen sind:

c, i, a — c, g, b, h — c, q, s — c, k, l, p — c, x, m, v —
a, l, m, b — x, k, s, b — n, b, o, p, q — k, a, p, v, g —
l, h, q, v — v, o, l, s — s, h, n, m.

Nicht, aber beinahe in eine Zone fallen g^1, n^1, x^2, was man schon an der sehr geringen Convergenz der Kanten $n^1 : x^2$ und $n^1 : g^1$ nach unten hin ohne Prüfung im Goniometer finden kann.

Aus den obigen Winkelangaben für Maxit und Leadhillit geht zweifellos hervor, dass beide Krystallformen dieselben sind.

Die Differenz in den Minuten mag zum Theil dadurch veranlasst werden, dass die Miller'schen Messungen, welche Des Cloizeaux wiedergiebt, wegen der weniger guten Flächenbeschaffenheit der schottischen Krystalle, mögen sie auch »très nets« gewesen sein, schwerlich so genau wie meine sein dürften. Zum anderen Theile hat das aber auch in einem nachher zu besprechenden Umstande seinen Grund.

Nimmt man, wie in Folge der Miller'schen Messungen, der Zwillingsbildungen und des optischen Verhaltens es mit Des Cloizeaux jetzt die meisten Mineralogen thun, den Leadhillit rhombisch, so berechnet sich aus den Mitteln meiner Messungen für den sardinischen Krystall das Axenverhältniss $a : b : c$ wie

0,571530 : 1 : 1,264589	aus Kanten	$m^1 : b$	und	$(c) : (i)$	
0,572654 : 1 : 1,264589	,, ,,	$x^2 : b$	,,	$(c) : (i)$	
0,570800 : 1 : 1,264589	,, ,,	$g^1 : b$	,,	$(c) : (i)$	
0,571530 : 1 : 1,266240	,, ,,	$m^1 : b$	,,	$g' : b$	
0,571530 : 1 : 1,258240	,, ,,	$m^1 : b$	,,	$x^2 : b$ *)	
0,571609 : 1 : 1,263649	im Mittel				
0,5735 : 1 : 1,2628	nach Des Cloizeaux.				

Die Ebene der optischen Axen fällt beim Leadhillit und Maxit in den brachydiagonalen — nicht, wie Naumann's Mineralogie 1874. 293 angiebt, in den makrodiagonalen — Hauptschnitt und die erste Mittellinie der beiderseits gleichen und kleinen Axenwinkel in die Verticalaxe *c*.

In Figur 1 fällt also die Projectionsebene beinahe mit dem makrodiagonalen Hauptschnitte zusammen und die Flächen bekommen folgende Symbole:

$a = \infty P \breve{\infty}$	(010)		$x = P$	(111)	
$b = \infty P \bar{\infty}$	(100)	neu	$v = \frac{1}{2} P$	(112)	
$m = \infty P$	(110)		$n = \frac{7}{4} P \frac{7}{4}$	(744)	neu
$l = \infty P \breve{2}$	(120)	neu	$o = P \breve{\frac{4}{3}}$	(344)	neu
$g = \frac{1}{2} P \bar{\infty}$	(102)		k u. $p = P \breve{2}$	(122)	
$h = \frac{3}{4} P \bar{\infty}$	(304)		q u. $s = P \breve{4}$	(144)	
$c = oP$	(001)		$i = \frac{2}{3} P \breve{\infty}$	(023)	neu

Ebenso unzweifelhaft wie die Identität der Krystallform beider Mineralien geht aber auch aus meinen Messungen hervor, dass sie trotz Zwillingsbildung und optischem Verhalten monoklin sind, wie es schon Haidinger aus seinen Messungen an schottischen Krystallen abgeleitet und stets aufrecht erhalten hat**).

Dadurch erklären sich zum Theil die schon oben hervorgehobenen Differenzen der Winkel zwischen Des Cloizeaux und mir und der berechneten Axenlängen. Der in Fig. 1 abgebildete Krystall zeigt weder von oben nach unten noch von rechts nach links Symmetrie, würde sie aber von vorne nach hinten zeigen, wenn er an der hinteren Seite ausgebildet wäre. Der makrodiagonale Hauptschnitt ist mithin die einzige Symmetrieebene.

---

*) Die Schwankungen in diesen Axenlängen erklären sich nur zum Theile durch die Schwankungen der Messungen.

**) Die Originalarbeiten von Brooke, Miller und Haidinger habe ich mir bisher nicht zu verschaffen vermocht, meine Vergleiche beziehen sich deshalb nur auf die Auszüge dieser Arbeiten in den bekannten Mineralogien.

Diese Monosymmetrie, wie man es bisher bei »manchen« (?) Leadhillitkrystallen zur Aufrechterhaltung der rhombischen Krystallform gethan hat, durch Meroëdrie zu erklären, geht aber gar nicht an, wenn man nicht noch zu ebenso unwahrscheinlichen Indices seine Zuflucht nehmen will.

Denn alle meine zahlreichen Messungen ohne eine einzige Ausnahme weisen deutlich eine zwar nur geringe Neigung der makrodiagonalen Axe (nach rechts unten in Fig. 1) nach, so dass man in Fig. 1 den Krystall von der rechten Seite, d. h. die Orthoaxe nach vorne gerichtet sieht, wenn man die obige rhombische Stellung und Symbole der Flächen beibehält.

Die Basis *c* ist nämlich nur zu der Symmetrieebene *b* der Verticalzone normal (s. o. 89° 59′ 34″, beste Messung 90° 0′ 0″) nicht zur Prismenfläche m^1 (s. o. 89° 47′ 38″). Triklin kann der Krystall nicht sein, denn Kante $m:b$ (Mittel aus 8 bis auf wenige Secunden stimmenden Messungen ersten Grades = 29° 44′ 11″) ist gleich Kante $m^1:b$ (s. o. 29° 44′ 58″); ferner $b:c$ oben (89° 59′ 34″) gleich $b:c^1$ unten (s. o. 89° 59′ 10″), beste Messung in beiden Fällen genau 90°; Kante $c:m^1$ (Mittel aus allen Messungen 89° 47′ 36″) gleich Kante $c^1:m$ (allgemeines Mittel 89° 47′ 41″) u. s. w.

Die zur Berechnung der Krystall-Elemente geeignetsten Winkel lassen sich an dem einzigen Krystalle gar nicht oder weniger genau messen als die, welche durch ihre Grösse und Lage weniger zuverlässig und bequem sind für die Rechnung. Diese büsst dadurch etwas an der gewünschten Uebereinstimmung ein. Geht man dabei aus von den obigen Fundamentalwinkeln:

1. $g^1:b$ — $g^1:x^2$ — $x^2:b$
2. $g^1:b$ — $g^1:m^1$ — $m^1:b$
3. $c:m^1$ — $(c):(i)$ — $m^1:b$
4. $c:m^1$ (Mittel der vier besten Messungen = 89° 51′ 32″) — $(c):(i)$ — $m^1:b$
5. $m^1:b$ — $x^2:b$ — $x:m$
6. $g^1:n^1$ — $n^1:b$ — $g^1:b$

so erhält man die Elemente:

	C	a	b	c
1.	89. 47. 38	1,74764 :	1 :	2,21545
2.	89. 46. 10	1,74969 :	1 :	2,21550
3.	89. 35. 5	1,74972 :	1 :	2,22583
4.	89. 42. 56	1,74969 :	1 :	2,22146
5.	89. 45. 51	1,74969 :	1 :	2,21285
6.	89. 18. 23	1,75378 :	1 :	2,21561
7. im Mittel	89. 39. 20.	1,75003 :	1 :	2,21778*)

---

*) Haidinger, welcher wie es scheint die Axenschiefe direct messen konnte in Kante $c:a$, giebt sie zu 89° 31′ an.

Daraus berechnen sich die oben gemessenen Winkel:

A. Aus dem Axenverhältnisse unter 1,

B. „ „ „ „ 7.

Kante			A			B		
c	:	i	40°	6′	58″	40°	2′	58″
g^1	:	b	42	4	28	42	2	41
m^1	:	b	29	46	41	29	44	42
n^1	:	b	22	34	27	22	31	30
x^2	:	b	36	7	37	36	7	51
c	:	b	90	0	0	90	0	0
g^1	:	x^2	69	15	44	69	15	54
g^1	:	m^1	49	48	1	49	42	4
g^1	:	n^1	32	24	21	32	25	9
n^1	:	x^2	37	0	54	37	0	18
c	:	m^1	89	53	31	89	49	45
x	:	m	21	22	49	21	21	27

Am zuverlässigsten und in den gemessenen und berechneten Winkeln am besten stimmend ist das unter 1 stehende Axenverhältniss; von ihm hat man deshalb im Folgenden auszugehen.

Die fundamentalen krystallographischen Constanten des Leadhillit sind mithin:

$$\tfrac{1}{2}\grave{P}\infty : \infty\grave{P}\infty = 42^0\ 4'\ 26''$$
$$\tfrac{1}{2}\grave{P}\infty : -P = 69^0\ 15'\ 37''$$
$$-P : \infty\grave{P}\infty = 36^0\ 7'\ 54''$$
$$C = 89^0\ 47'\ 38''$$
$$a = 1{,}74764 \text{ oder } 1$$
$$b = 1 \quad „ \quad 0{,}57220$$
$$c = 2{,}21545 \quad „ \quad 1{,}26768$$

Behält man die bisherige rhombische Stellung und Indices bei, was sich nicht in allen Beziehungen, namentlich wegen der geringen Axenschiefe empfiehlt, so erhalten die Flächen folgende monokline Symbole:

$a = \infty\bar{P}\infty$	(100)	$v = +\tfrac{1}{2}P$	$(\bar{1}12)$
$b = \infty\grave{P}\infty$	(010)	$n = +\tfrac{7}{4}\grave{P}\tfrac{7}{4}$	$(\bar{4}74)$
$m = \infty P$	(110)	$o = +\bar{P}\tfrac{4}{3}$	(434)
$l = \infty\bar{P}2$	(210)	$p = +\bar{P}2$	$(\bar{2}12)$
$g = \tfrac{1}{2}\grave{P}\infty$	(012)	$q = +\bar{P}4$	$(\bar{4}14)$
$h = \tfrac{3}{4}\grave{P}\infty$	(034)	$i = -\tfrac{2}{3}\bar{P}\infty$	(203)
$c = oP$	(001)	$s = -\bar{P}4$	(414)
$x = -P$	(111)	$k = -\bar{P}2$	(212)

Figur 2 giebt einen idealen Maxit-Krystall mit allen diesen Flächen in der gewohnten parallelperspectivischen Ansicht, die Klinoaxe nach vorne gestellt und geneigt.

Von den 7 Hemipyramiden kommen nur zwei zugleich positiv und negativ vor, und zwar negativ am Individuum II, positiv am Individuum I.

Dass am Individuum II, die Flächen (k), (s), (i) u. s. w. nicht positiv sind, ergiebt sich aus den gemessenen Winkeln zwischen diesen Flächen und der Basis (c) z. B.:

(c):(i) gemessen	40°	7′	35″
negativ berechnet	40	6	58
positiv „	40	17	16.

Individuum I und II befinden sich mithin in sog. hypoparalleler Stellung, nicht in fast erreichter Zwillingsstellung (Zwillingsebene $\infty P \infty$ oder oP) (s. o. S. 195). Wenn wirklich einige schottische Leadhillit-Krystalle rhombischen Habitus gezeigt haben, so können sie nur Zwillinge gewesen sein *).

Für die rhombische Auffassung des Leadhillit hat man auch seine Zwillingsbildungen, welche vollkommen, auch in der polysynthetischen Ausbildungsweise, mit derjenigen der rhombischen Carbonate von Calcium, Strontium, Blei u. s. w. übereinstimmen — Zwillingsebene $\infty \breve{P} 3$, nach Des Cloizeaux auch ∞P, und $P \breve{\infty}$ — massgebend gemacht.

Sind auch die beiden ersten Zwillingsgesetze ganz besonders häufig im rhombischen Systeme, so können sie doch theoretisch ebensogut im monoklinen Systeme vorkommen und thun es auch (s. u. 5), wenngleich bisher solche Fälle sehr selten beobachtet worden sind.

Bei diesen beiden Gesetzen fallen die Basis c der 2 (z. Th. auch 3) Individuen nicht genau in eine Ebene, sondern bilden ein- und ausspringende Winkel beim ersten Gesetze von 0° 21′ 22″ und beim zweiten von 0° 12′ 18″, wodurch wohl die sog. Krummschaligkeit der meisten Krystalle nach der Basis mitveranlasst werden dürfte. Eins von diesen beiden, schwer zu unterscheidenden Gesetzen findet sich im vorliegenden Maxit-Krystalle bei der mit z in Fig. 1 bezeichneten Stelle und überhaupt häufig bei dem schottischen und sardinischen Minerale **).

Auch das optische Verhalten des Minerals ist nicht massgebend für das rhombische System, es ist nur durch die gewählte oder beibehaltene Stellung für das monokline System ungewöhnlich.

Da es mir jetzt an geeignetem Materiale von Maxit für ganz genaue optische Untersuchungen fehlt, und da die früheren in allem Wesentlichen übereinstimmen, liegt keine Veranlassung zu ihrer Wiederholung vor.

Es steht danach die Ebene der optischen Axen normal zur Symmetrieebene, die erste (negative) Mittellinie liegt bei der gewählten Stellung in

*) Dufrénoy, Minéralogie. 1856. III. 254: »Il y existe en outre une macle parallèle à la base«.

**) Hintze l. c. 258.

der Symmetrieebene im stumpfen Axenwinkel, macht mit der Verticalaxe einen Winkel von 0° 12′ 22″, d. h. ist normal zur Basis; die optische Normale fällt also mit der Klinoaxe bez. der Basis zusammen. Die Dispersion der Axen ist ziemlich gross $v > \varrho$, eine horizontale Dispersion der Mittellinien aber bisher nicht beobachtet *).

Es haben mithin alle optischen Elasticitätsaxen eine krystallonomische Lage bei der gewöhnlichen Temperatur. Dem steht auch theoretisch nichts entgegen und es scheint auch mehrfach vorzukommen. Ich verweise darin hier nur auf das Natriumacetat (Groth, Krystallographie 406), bei dem die erste in der Symmetrieebene liegende Mittellinie genau**) mit $-\frac{1}{3}P\infty$, die zweite mit der Orthoaxe zusammenfällt, während die optische Normale, normal auf $-\frac{1}{3}P\infty$**), mit $+2P\infty$ 0° 19′ 2″ bildet, und bei dem die Dispersion der Axen sehr gross, die horizontale der Mittellinien »kaum bemerkbar« ist.

Die parallele resp. normale Lage der zwei in der Symmetrieebene liegenden Hauptschwingungsrichtungen mit einer Fläche in der Zone der Symmetrieaxe beweist mithin noch Nichts gegen die monokline (und für die rhombische) Symmetrie, sondern es gehören dazu noch entweder der Nachweis, dass die Lage dieser Elasticitätsaxen für die verschiedenen Farben und Temperaturen eine veränderliche ist, oder ganz zuverlässige krystallographische Winkelmessungen, wenn wie beim Leadhillit diese Dispersion der Elasticitätsaxen nicht bemerkbar ist.

Zum Schlusse sei noch bemerkt:

1) Dass mein Maxitkrystall unter dem Mikroskope selbst bei starker Vergrösserung sich ganz rein, homogen und frei von Zwillingslamellen erweist: nur von Sprüngen und Spaltungsrichtungen wird er durchsetzt, welche in der Regel den Flächen *m* und *a*, selten aber unzweifelhaft, wie ich schon in einer früheren Arbeit berührt habe, der Fläche *b* folgen.

2) Dass Figur 3 die gewöhnliche und in den meisten Lehrbüchern gegebene Combination von Leadhills in monokliner Stellung wiedergiebt, worin bedeuten:

$f = +P\infty$	$(\bar{1}01)$	$r = +P$	$(\bar{1}11)$
$w = -P\infty$	(101)	$t = -\frac{1}{2}P$	(112)
$e = +2P\infty$	$(\bar{2}01)$	$d = \infty P4$	(410)
$u = -2P\infty$	(201).		

*) Bei einigen Objecten scheinen mir jetzt die Farben an der einen Seite des dunkelen Balkens in der Axenebene etwas matter zu sein als an der anderen. — Näheres über optisches Verhalten steht in den bisherigen Arbeiten, s. oben, über Maxit und Leadhillit.

**) Die Differenz beträgt nur 0° 0′ 9″.

2. Aragonitkrystall von Oberstein a. d. Nahe.

(Fig. 4 u. 5.)

Obwohl in den Mandeln der Basalte neben Kalkspath- nicht selten auch Aragonit-Krystalle gefunden werden, sind letztere in den Mandelsteinen der Diabase und Melaphyre, wo Kalkspath sich so häufig findet, bisher noch nicht beobachtet worden.

Deshalb und nicht minder durch seine ungewöhnliche Grösse (4,5 Cm. Dicke, 13 Cm. Länge) hat der mit Figur 4 in idealer, mit Figur 5 in wirklicher Ausbildung und natürlicher Grösse dargestellte Aragonitkrystall, welchen ich in einem Melaphyr-Steinbruche zwischen Oberstein und Idar gefunden habe, ein erhöhtes Interesse.

Wurde der Krystall auch nicht von mir aus dem Fels gebrochen, sondern nur lose im Bruche gefunden, so beseitigt doch die Art des Auffindens und seine Incrustation mit zum Theil noch buntem, verwittertem, traubigem Achat jeden Zweifel, es könne der Krystall ein durch die Obersteiner Achat-Industrie dahin verschleppter sein.

Wenn der Krystall bisher ein Unicum ist, so trägt vielleicht die Schuld daran nur seine grosse äussere Aehnlichkeit mit den dortigen säulenförmigen Kalkspathkrystallen.

Auch durch seine völlige Reinheit zeichnet sich dieser Aragonit den meisten anderen gegenüber aus, denn keine Spur eines fremden Elementes konnte aufgefunden werden, obwohl er mit Barytkreuzsteinen zusammen vorkommt.

Nach der theilweisen Entfernung der Cacholong-Rinde erlaubte der Krystall *) dem Anlegegoniometer eine zuverlässige Messung seiner Winkel namentlich in der massgebenden Verticalzone, wo sich durch parallele Aggregation und Zwillingsbildung viele einspringende Winkel zeigen.

Danach ist der Krystall ein ausgezeichneter Durchkreuzungsvierling nach dem bekannten Gesetze: Zwillingsebene $m = \infty P$ (110).

Zwei fast gleich grosse Individuen I und II durchkreuzen sich, in die stumpfen Winkel legt sich ein kleineres Individuum III zu II in Zwillingsstellung. Zwischen I und III, welche nicht in Zwillingsstellung sich befinden, bilden m^3 und m^1 (∞P [110]) 192°. Das Individuum IV, zu I in Zwillingsstellung, liegt zwischen I und III und scheint den Krystall nicht zu durchkreuzen.

Am Ende des Krystalls herrscht $c = o P$ (001), welche aber bald hoch bald niedrig liegt und wie bei den spanischen Krystallen keine brachydiagonale Streifung zeigt. Viele Kanten zwischen der Basis und den verticalen

*) In Figur 5 bezeichnet *A* die nicht entfernbare Cacholong-Rinde, *B* die verbrochenen Stellen am Krystall.

Flächen $m = \infty P$ (110) und $a = \infty P\breve{\infty}$ (010) werden abgestumpft durch $o = \frac{1}{2} P$ (112) und $k = P\breve{\infty}$ (011), welche sich aus Messungen und Zonenverband bestimmen liessen.

Ob die Streifung oder ein- und ausspringenden Winkel auf Theilen von I und III parallel den Zwillingsebenen eine polysynthetische Zwillingsbildung oder eine oscillatorische Combination von *o* und *k* sind, lassen die matten Flächen nicht bestimmen. Wahrscheinlicher ist mir die, deshalb auch gezeichnete Oscillation.

Ueberraschend ist die Uebereinstimmung dieses Aragonitkrystalls mit denen von Leogange und Herrengrund sowohl in Bauweise als auch in Flächencombination *).

3. Polysynthetischer Augitzwilling von Bell bei Laach.

(Fig. 6.)

Eine polysynthetische Zwillingsbildung, welche bei dem monoklinen Leadhillit (s. o. 1 B) ebenso schön und häufig ist wie bei den rhombischen Carbonaten, gehört bisher im monoklinen Systeme zu den grössten Seltenheiten. Es scheint mir deshalb jede neue Beobachtung derselben bemerkenswerth.

Am häufigsten ist sie beim Epidot, seltener beim Orthoklas und beim Augit beobachtet.

Bei letzterem Minerale findet sie sich, wie es J. Ewald auf optischem Wege zuerst nachgewiesen hat, am häufigsten am Diopsid. G. vom Rath**) hat sie aber kürzlich auch am Fassait von Traversella in Piemont gefunden; seine Krystalle bestehen aus einem grösseren Individuum mit einer oder zwei eingeschalteten Zwillingsplatten.

Genau dasselbe kommt auch, wie es unter zahlreichen Krystallen von Bell bei Laach in der früher Sack'schen Sammlung nur ein in Fig. 6 abgebildeter Krystall zeigt, bei den ringsum ausgebildeten, aus Lavatuffen stammenden basaltischen Augiten vor.

Die nach $\infty P\infty$ (100) eingeschaltete Zwillingsplatte ist halb so dick als die beiden Hälften des Hauptindividuum. Der fast ideal ausgebildete Krystall ist 8 Mm. gross und zeigt die gewöhnliche Combination, nach Naumann:

$$M = \infty P \quad (110)$$
$$r = \infty P\infty \quad (100)$$
$$l = \infty P\infty \quad (010)$$
$$s = P \quad (\bar{1}11)$$

*) Schrauf, Atlas, Taf. XXII, Fig. 20—22.

**) Jahrb. f. Min. 1876, 404, Taf. VIII, Fig. 15, 16.

4. Analcim-Krystalle von den Kerguelen-Inseln.

Bei Mineralien, welche in schönen Krystallen weit verbreitet aber immer nur in denselben flächenarmen Combinationen bekannt sind, ist die Beobachtung jeder neuen Fläche nicht ohne Interesse.

Zu diesen Mineralien gehört vor Allem der Analcim, an welchem bisher nur $2O2$ (211), $\infty O \infty$ (100), sehr stumpfe mOm (m11), O (111) und ∞O (110) beobachtet sind.

Schöne bis 10 Mm. grosse Analcim-Krystalle auf anderen Zeolithen und Kalkspath in einem Mandelsteine — wegen der dortigen Steinkohlenlager wohl Melaphyr — von den Kerguelen-Inseln zeigen vielfach die an den hexaëdrischen Ecken liegenden Kanten von $2O2$ (211) ganz schmal aber scharf und im Goniometer messbar, gerade abgestumpft durch $^3/_2 O$ (332), aber keine Spur anderer Flächen*).

5. Durchkreuzungszwillinge von Orthoklas aus Cornwall.
(Fig. 7, 8, 9.)

I. Zwillingsebene ∞P (110).

Zwillingsverwachsungen nach Prismenflächen, wie sie oben (1 B) am Leadhillit nachgewiesen werden konnten, sind im monoklinen Krystallsysteme äusserst selten gegenüber denen nach einer Fläche aus der Zone der Orthoaxe.

Am bekanntesten sind sie von Orthoklas, Harmotom, Augit, Lazulith, Wolfram, Schwefel und Gyps. Bei den für diese Mineralien angenommenen Stellungen sind meistens Klinodomen oder Hemipyramiden die Zwillingsflächen.

Dass auch verticale Prismenflächen, wie beim Leadhillit ∞P und $\infty \mathit{P}\!\!\!/ 3$, als Zwillingsebenen vorkommen, haben Oborny und Naumann**) für den Gyps ($\infty \mathit{P}\!\!\!/ \, ^3/_2$) (230) wahrscheinlich gemacht und geben Naumann***) und Miller†) für den Orthoklas ($\infty \mathit{P}\!\!\!/ 3$) (130) an.

Von allen anderen Mineralogen scheint dieses Zwillingsgesetz des Orthoklas übersehen oder nicht anerkannt zu werden.

Unter den bekanntlich sehr scharfkantig und ebenflächig, aber nicht

*) Die Stufe verdanke ich einem meiner Zuhörer, Herrn Hirsch, dem sie ein Offizier der »Gazelle« von der deutschen Expedition zur Beobachtung des Venusdurchganges aus jenem fernen Eilande mitgebracht hat.

**) Mineralogie. 1874. 256.

***) Krystallographie. II. 1830. 343. Taf. XXXIII. Fig. 766. Orthoklas aus Granit des Fichtelgebirges.

†) Miller-Grailich, Krystallographie. 1856. 165. Taf. X. Fig. 125.

mehr spiegelnd ausgebildeten, in Zinnstein umgewandelten Orthoklaskrystallen aus Cornwall (Great Consolidated, Redruth) der früher Sack'schen Sammlung bildet ein Krystall (4 Cm. l., 2,5 Cm. br., 1 Cm. d.) einen ausgezeichneten Durchkreuzungszwilling nach ∞P (110), was die zwar nur annähernden Messungen mit dem Anlegegoniometer oder nach Belegung der Flächen mit Spaltungslamellen von Doppelspath im Reflexionsgoniometer mit aller Sicherheit nachweisen.

Figur 7 giebt eine naturgetreue Darstellung dieser Verwachsung in parallelperspectivischer Ansicht, Figur 8 eine solche im Grundrisse. Bei beiden ist das Individuum I in der gewohnten Stellung.

Beide Individuen I und IV (auch s. u. II u. III) haben die Verticalaxe gemeinsam und ihre Symmetrieebenen $M = \infty \breve{P} \infty$ (010) schneiden sich unter 61° 13′ (gemessen 61°). Damit stimmen auch folgende andere Messungen:

$\underline{T}_2 : \underline{T}_3$	berechnet*)	57° 34′	gemessen	57½°
$\underline{T}_4 : \underline{\underline{T}}_2$ } $\underline{T}_1 : \underline{T}_4$ }	»	0° 0′	»	0°
$\underline{\underline{T}}_1 : \underline{M}_4$	»	1° 49½′	»	2°

Dass dieser Zwilling nicht nach dem obigen Gesetze (Zwillingsebene $\infty \breve{P} 3$ (130), welche fast normal auf ∞P (110) steht) gebildet ist, geht aus diesen Messungen hervor, denn sonst müssten die 4 Winkel betragen: 58° 48′ — 59° 59′ — 2° 25′ — 0° 34½′.

Diese Durchkreuzung nach einem neuen Zwillingsgesetze wird dadurch noch interessanter, dass beide Hälften, wie es die Zeichnungen näher wiedergeben, ausgezeichnete Berührungszwillinge nach dem Carlsbader Gesetze sind und zwar derartig, dass sich ein rechter und linker Carlsbader durchkreuzen. Der Rechte (III u. IV) dringt allerdings nicht ganz durch den Linken (I u. II).

Diese aus 4 Individuen bestehende Zwillingsgruppe besitzt dadurch zwei Symmetrie-Ebenen, nämlich die Zwillingsebene ∞P (110) als Halbirungsebene des stumpfen Winkels zwischen M_2 und M_3, sowie die Normalebene zur Zwillingsfläche, nahezu $\infty \breve{P} 3$ (130), als Halbirungsebene des spitzen Winkels zwischen M_2 und M_4.

II. Zwillingsebene $\infty \bar{P} \infty$ (100).

Der soeben besprochene Durchkreuzungszwilling bekommt ferner noch dadurch Interesse, dass seine eine Hälfte — der rechte Carlsbader Zwilling von III und IV in Figur 7 und 8 — nach unten hin, wie es Figur 9 in gewohnter Ansicht wiedergiebt, einen meines Wissens am Feldspath noch nicht bekannten und beschriebenen Durchkreuzungszwilling bildet.

Das oben rechts liegende Individuum I des Carlsbader wächst nach

*) Nach den Winkelangaben in Naumann's Mineralogie. 1874. 398.

links unten und das links oben liegende Individuum II nach rechts unten weiter. So entsteht durch Durchkreuzung aus einem rechten Carlsbader-Zwilling ein linker und umgekehrt.

Ihre ideale Grenze, an welcher P, x, o, y beider Individuen Einkerbungen bilden, liegt normal zu der allen Individuen gemeinsamen Verticalaxe und ist die einzige Symmetrieebene dieser Gruppe. Man könnte dieselbe als einen Vierling auffassen, in dem die diagonal zu einanderstehenden Individuen parallel sind, die nebeneinanderstehenden nach der gewöhnlichen Ausbildungsweise des Carlsbader Gesetzes, die untereinanderstehenden ebenfalls nach dem Carlsbader Gesetze, aber Contaktfläche normal zur Vertikalaxe, verwachsen sind.

In Figur 7, 8 und 9 bedeuten bekanntlich:

$T = \infty P$	(100)	$P = oP$	(001)
$z = \infty \not P 3$	(130)	$x = \not P \infty$	$(\bar{1}01)$
$M = \infty \not P \infty$	(010)	$o = P$	$(\bar{1}11)$
	$y = 2 \not P \infty (\bar{2}01)$.		

Unter den in Zinnstein umgewandelten Orthoklaskrystallen von Cornwall kommen noch andere krystallonomisch regelmässige Durchkreuzungs-Doppelzwillinge vor, welche die Fortsetzung dieser Bemerkungen bringen wird.

Aachen im Februar 1877.

XVI. Ueber das Fluormagnesium.

Von

Alfonso Cossa in Turin.

(Mitgetheilt vom Verfasser aus den »Memor. della R. Accad. dei Lincei« Anno CCLXXIV, Ser. 3, Vol. I, Sed. d. 3. Dicembre 1876). *)

Das Einzige, was bis jetzt über die chemische Zusammensetzung und die Eigenschaften des Fluormagnesium bekannt ist, beschränkt sich fast ausschliesslich auf die kurze Angabe von Berzelius aus dem Jahre 1824, welche lautet: »Das Fluormagnesium ist unlöslich in Wasser und im Ueberschuss von Fluorwasserstoffsäure; wird durch die Wärme nicht zersetzt**).

In der Folge sind zwar, hauptsächlich von Geuther, Tissier, Friedel und Marignac, über das Fluornatrium-Magnesium und einige andere Fluorverbindungen des Magnesium Untersuchungen gemacht worden, diese Studien suchten aber nicht die Angaben von Berzelius über die erwähnte binäre Verbindung zu erweitern. Die Formel $MgFl_2$, welche derselben allgemein zugeschrieben wurde, stützte sich einfach auf die Analogie der Magnesium-Verbindungen mit denen des Calcium und nicht auf analytische Untersuchungen.

In einer 1863 erschienenen Arbeit von F. Röder***) über krystallisirte wasserfreie Fluorverbindungen, welche erhalten wurden durch Zusammenschmelzen von Chlormetallen mit Fluornatrium und Chlornatrium, wird ein in Nadeln krystallisirendes Fluormagnesium erwähnt, welches erhalten wurde durch Einwirkung von Fluornatrium auf Chlormagnesium. Der Verfasser giebt aber nicht an, ob er diese Krystalle analysirt habe.

---

*) Uebersetzt von A. Arzruni.

**) Unters. üb. die Flussspathsäure und deren merkw. Verbindungen. Pogg. Ann. I. 1. Zu dieser Angabe von Berzelius fügte Rivot hinzu, dass das durch doppelte Zersetzung erhaltene Fluormagnesium sich entweder ganz oder zum Theil in Salzlösungen, speciell von Magnesium und Ammonium auflöst. (Traité d'analyse des subst. minér. I. 199. Paris 1861.)

***) Dissertation. Göttingen.

Im Jahre 1868 entdeckte Prof. Strüver*) im Anhydrit bei Moutiers in Savoyen ein Mineral, bestehend aus Magnesium und Fluor, im Verhältnisse, welches der Formel $Mg Fl_2$ sehr nahe kommt. Dieses Mineral, vom Entdecker Sellait genannt, krystallisirt im tetragonalen System, ist farblos, besitzt das spec. Gewicht von 2,972 (bei + 24°) und Apatithärte. Es ist in Säuren ganz unlöslich, mit Ausnahme von Schwefelsäure, von welcher es unter Entweichung von Fluorwasserstoff und Bildung von Magnesiumsulfat zersetzt wird.

Diese Entdeckung veranlasste mich zur Aufsuchung einer Methode, das wasserfreie Fluormagnesium künstlich darzustellen. Bereits 1874 erhielt ich durch Einwirkung der Wärme auf amorphes Fluormagnesium eine krystallinische Masse derselben Verbindung (Vorgetragen in der Turiner Academie). Diese Untersuchung wurde später wieder aufgenommen und mögen hier die Ergebnisse derselben wiedergegeben werden.

Darstellung. Durch Zusatz einer Lösung eines Fluoralkali zu einer wässerigen Lösung von Magnesiumsulfat erhält man einen Niederschlag, welcher auch bei 100° noch gallertartig bleibt, sich sehr langsam absetzt, das Filter verstopft und sich sehr schwer, durch Decantiren, auswaschen lässt. Es wurde daher zur Darstellung eine andere Methode angewandt, welche darin bestand, dass reines geglühtes Magnesiumoxyd mit einem Ueberschuss wässriger, von Kieselfluorwasserstoff vollkommen freier Flusssäure behandelt wurde. Durch Erwärmen auf dem Wasserbade, um den Ueberschuss der Säure zu vertreiben, und schwaches Glühen, erhält man eine weisse pulverige Masse, welche selbst bei starker Vergrösserung amorph erscheint. Die Zusammensetzung derselben wurde aus der Bestimmung des Magnesiums als Sulfat festgestellt, nachdem durch vorherige Versuche die Abwesenheit von Wasser constatirt war.

Die Analysen gaben:

		$Mg SO_4$ gefunden	$Mg SO_4$ berechnet für $Mg Fl_2$
I.	0,667 Gr. Subst.	1,283	1.291
II.	0,854 » »	1,668	1,653
III.	0,423 » »	0,825	0,8187.

Daraus folgt für die Verbindung unzweifelhaft die Formel $Mg Fl_2$.

Alle Versuche das Fluormagnesium direct krystallisirt zu erhalten misslangen. Durch Einwirkung von trockenen Flusssäure-Dämpfen auf Magnesiumoxyd im erwärmten Platinrohre bildete sich die amorphe Verbindung. Das frisch dargestellte amorphe Fluormagnesium, welches mit Salpetersäure,

*) Sulla Sellaïte, nuovo minerale di fluorio. Atti R. Acc. d. scienze, Torino. Vol. IV. 35.

im Ueberschusse erwärmt, sich darin in kleinen Mengen auflöst, giebt, unter die Glocke der Luftpumpe, über Chlorkalium gesetzt, eine gallertartige Masse. Ebenso wenig glückte die Methode, welche de Sénarmont anwandte, um amorphes Fluorcalcium in Krystalle von Flussspath umzuwandeln: durch Erwärmen des Fluormagnesiums einige Stunden lang in geschlossenen Röhren mit verdünnter Salzsäure auf 250° wurde auch nicht die Spur einer Krystallisation beobachtet. Wenn dagegen das Fluormagnesium bei der Schmelztemperatur des Roheisens geschmolzen wird, erstarrt es als krystallinische Masse, welche aus kleinen Prismen besteht. Bei der Betrachtung dünner Schnitte der geschmolzenen Masse im polarisirten Lichte ist es leicht zu erkennen, dass dieselbe doppelbrechend ist, dass aber die oft rechtwinkelig durch einander gewachsenen Kryställchen weder dem monosymmetrischen noch asymmetrischen Systeme angehören. Die Analyse ergab für die Schmelze eine der Formel $MgFl_2$ entsprechende Zusammensetzung.

Es ist ferner gelungen, etwas grössere lamellare Krystalle zu erhalten, durch Zusammenschmelzen von Fluormagnesium mit Chlorkalium und Chlornatrium im Platintiegel, langsames Erkaltenlassen der Schmelze und Auswaschen derselben, bis das Waschwasser mit Silbernitrat keine Reaction mehr gab. Die doppelbrechenden Täfelchen ergaben bei der Analyse:

	I	II	$MgFl_2$
Mg	39,21	38,94	38,71
Fl	60,79	61,06	61,29
	100,00	100,00	100,00.

Die auf die letztbeschriebene Weise erhaltenen Krystalle des Fluormagnesium zeigen im polarisirten Lichte dieselben Eigenschaften, wie die durch Schmelzen der amorphen Verbindung für sich erhaltenen.

Prof. Strüver hat die Güte gehabt, diese Krystalle zu untersuchen, und theilt mir folgende Resultate mit, welche zeigen, dass die Aufgabe, den Sellait künstlich darzustellen, mir vollständig geglückt ist.

Die sehr kleinen Prismen des künstlichen Fluormagnesium zeigen deutlich die tetragonale Combination (110) (100); auch die Zwillinge entsprechen vollkommen denjenigen des Sellait, indem für die Neigung der beiden Hauptaxen 67° gefunden wurde, was bei der Annahme, dass die Krystalle nach dem Gesetze — Zwillingsaxe: Normale zu (101) — verwachsen sind, genau mit der Rechnung übereinstimmt *).

*) Diese Kryställchen veranlassten Hrn. Strüver seine Angaben über den natürlichen Sellait (a. a. O.) auf folgende Weise zu berichtigen:

»Die Symbole der beobachteten Flächen sind:

101, 100, 110, 210, 221, 111

und nicht 111, 110, 100, 310, 401, 201 wie ich angab.

Das Axenverhältniss bleibt:

Physikalische Eigenschaften. Spec. Gew. = 2,857 (Mittel von drei Bestimmungen bei + 12°); Härte = 6. Phosphorescenz: Wie vorauszusehen war, ist das künstliche Fluormagnesium nicht direct phosphorescirend bei Einwirkung der Wärme, da es bei höherer Temperatur gebildet worden ist. Wenn dagegen geschmolzene Stücke oder Krystalle zuerst der Wirkung eines Inductionsstromes vermittelst eines starken Rumkorff'schen Apparates ausgesetzt und darauf erwärmt werden, so phosphorescirt das Fluormagnesium, indem es violettes Licht aussendet. Wie der Flussspath, behält das Fluormagnesium für längere Zeit diese Eigenschaft, denn fünfzehn Tage, nachdem es der elektrischen Wirkung ausgesetzt war, zeigte es beim Erwärmen eine ebenso intensive Phosphorescenz, wie andre Stücke, welche unmittelbar nach dem Durchleiten des elektrischen Stromes erwärmt worden waren. Diese Eigenschaft des künstlichen Sellait veranlasste mich zu untersuchen, ob dieselbe auch der natürlichen Verbindung zukommt.

Durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. Gastaldi habe ich mir ein kleines Kryställchen dieser seltenen Substanz verschaffen können und machte folgende Versuche damit: Erwärmt in einem Rohre, sandte das Kryställchen im Momente, in welchem es sich spaltete, ein bläuliches Licht aus, welches jedoch nicht so lange anhielt, wie beim Flussspath, welcher gleichzeitig derselben Behandlung unterworfen wurde. Darauf wurden die Krystallfragmente der Wirkung des elektrischen Funkens ausgesetzt und zeigten nach dem Erwärmen eine ebenso intensive Phosphorescenz, wie die künstlich dargestellte Verbindung.

Diese Eigenschaft, welche dazu beiträgt die Identität der beiden Verbindungen zu bestätigen, wird aber ebensowenig beim amorphen Fluormagnesium, wie beim amorphen Fluorcalcium durch die Elektricität hervorgerufen.

Es bot sich hier die Gelegenheit zu beobachten, dass auch andere künstliche, krystallisirte Fluorverbindungen die erwähnte Eigenschaft der Phosphorescenz besitzen, und besonders in ausgezeichneter Weise das Fluornatrium.

$a : c = 1 : 0.66189$

und die Winkelwerthe werden:

	gem.:	ber.:	
101, 100	56° 30′	56° 30′	
110, 221	28 6½	28 21	
110, 111	46 58½	47	circa
100, 110	45	45	
210, 110	18 26	18 19	

Mein Irrthum bestand darin, dass, obwohl bei der Berechnung des Axenverhältnisses der Winkel 56° 31′ als derjenige von 101 zu 100 angenommen wurde, er später sowohl in den Zeichnungen, wie in der Winkeltabelle mit 111 zu 110 verwechselt wurde«.

Das krystallisirte Fluormagnesium schmilzt, ohne sich merklich zu zersetzen, bei einer sehr hohen Temperatur; ist unlöslich in Säuren, mit Ausnahme von conc. Schwefelsäure, welche es jedoch weniger leicht als das Fluorcalcium zersetzt: dagegen tritt eine leichtere Zerlegung als bei dem letzteren ein durch Schmelzen mit Alkalicarbonaten.

Wie das Fluorcalcium, bildet auch das Fluormagnesium mit den Sulfaten des Calcium, Strontium und Baryum leichtschmelzbare Verbindungen, welche krystallinisch erstarren. Es ist schon lange bekannt, dass eine leichtschmelzbare Masse entsteht, wenn Fluorcalcium und Gyps zusammengemischt werden, die auf diese Weise erhaltene Verbindung ist jedoch niemals einer Analyse unterworfen worden. Durch ähnliche Behandlung von Fluormagnesium und der Sulfate von Calcium, Strontium und Baryum entstandene Producte scheinen, wie meine Analysen zeigten, wenig beständige Doppelverbindungen zu sein.

Die beiden entsprechenden Verbindungen von Fluormagnesium, resp. Fluorcalcium mit Calciumsulfat werden durch Wasser zersetzt, indem das Sulfat wasserhaltig wird und das Fluormetall sich als solches ausscheidet. Auch diese Doppelverbindungen zeigen die Erscheinung der Phosphorescenz, wenn sie erwärmt werden, nachdem sie zuerst der Einwirkung des elektrischen Stromes ausgesetzt worden waren.

Friedel beobachtete, dass das Aluminiumsulfat das Fluorcalcium schon bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt, unter Bildung von Calciumsulfat und Fluoraluminium. Ein entsprechendes Verhalten zeigte mir das erwähnte Sulfat auch dem Fluormagnesium gegenüber, und Herr Pecile constatirte in meinem Laboratorium eine analoge Erscheinung bei Anwendung von Fluormagnesium und Berylliumsulfat.

Demnächst vorzunehmende Versuche werden zeigen, ob das Fluormagnesium auf nassem Wege krystallisirt zu erhalten ist, wenn man durch eine poröse Scheidewand eine Lösung von Magnesiumcarbonat langsam auf eine mit Kohlensäure gesättigte und Fluornatrium enthaltende Lösung einwirken lassen wird.

XVII. Ueber Wachsthum und Zwillingsbildung am Diamant.

Von

J. Hirschwald in Berlin.

(Mit Tafel VIII.)

Vor einiger Zeit gelangte ich in den Besitz eines kaum 1,5 Mm. grossen Diamantkrystalls, der sich trotz seiner winzigen Dimensionen als eine stark markirte Aggregation vieler zierlicher Individuen erwies. Die Seltenheit deutlicher, regelmässiger Verwachsungen beim Diamant und die präcise Ausbildung dieser Erscheinung an dem betreffenden Krystall, regten zu einer genaueren Untersuchung desselben an.

Bei einiger Vergrösserung erkennt man, dass die, zu vierzähligen Gruppen angeordneten Individuen (Fig. 1) die gerundeten Flächen des Hexakisoktaëders in Combination mit dem glattflächig ausgebildeten Oktaëder zeigen, doch so, dass nur die nach aussen liegenden Octanten deutlich entwickelt sind. Die Individuen stossen in scharf markirten Furchen zusammen, deren Begrenzungsebenen, ihrer Lage nach, den Flächen des Dodekaëders entsprechen. Auf diese Weise entsteht in Mitte der Aggregation ein rechtwinkliges Kreuz, dessen Centrum durch eine vertiefte Oktaëderecke gebildet wird. Die Flächen der letzteren zeigen parallel den Randkanten eine scharfe Streifung, die sich in sehr markirter Weise auch auf die dodekaëdrischen, mässig gewölbten Furchen überträgt, so dass die Linien in dem einspringenden Winkel zusammenstossen, alsbald aber ihre Richtung auf den beiderseitigen Flächen vertauschen und so die Enden der Furche sternartig auszacken, wie dies in Fig. 1 wiedergegeben ist. Es entspricht dieser letztere Theil der Streifung demnach der oktaëdrischen Vertiefung in der anliegenden Vierlingsgruppe.

Die ganze Erscheinung zeigt selbst bei 40facher Vergrösserung eine seltene Schärfe der Ausbildung. Die Streifen schneiden sich unter Winkeln von 90°, ein Umstand, der in dem vorliegenden Falle den zwillingsartigen Charakter derselben ausschliesst. Auf den ersten Blick gewinnt es den

Anschein, als läge hier ein einfaches oktaëdrisches Wachsthum vor. In diesem Falle müssten jedoch sämmtliche Individuen nach der Vierzahl und in correspondirender Stellung angeordnet sein, und die erwähnten Aggregationsfurchen sich in drei auf einander rechtwinkligen Ebenen schneiden. Beides ist aber nicht vollends der Fall. Die Verwachsung lässt im Ganzen 10 einzelne Individuen erkennen, die nur zum Theil in der Vierzahl vereinigt sind, während die übrigen eine Zwischenstellung einnehmen (die Individuen 5 und 6 in Fig. 1), etwa so, wie es dem dodekaëdrischen Wachsthum zukommen würde. Dem entsprechend stossen an einzelnen Stellen der Aggregation die Contaktfurchen dreizählig zusammen, so dass man eine Vereinigung des oktaëdrischen und dodekaëdrischen Wachsthums zu erkennen glaubt. Eine eingehendere Untersuchung lehrt jedoch, dass jene dreizähligen Gruppen sämmtlich symmetrisch zu einer Ebene liegen, welche einer Oktaëderfläche entspricht, so dass der Krystall einen Zwilling darstellt (Zwillingsaxe normal O), dessen beide Individuen eine Aggregation, nach der in Fig. 1 erkennbaren Anordnung, aufweisen.

Der Gesammtkrystall ist in Fig. 2 möglichst getreu dargestellt *), während Fig. 3 in derselben Stellung ein ideelles Bild dieser Zwillingsverwachsung giebt.

Die beschriebene Aggregation gewährt einen Einblick in das Wesen der Diamantkrystalle mit gekerbten Kanten. Denkt man sich einen derartigen Krystall in fortgesetztem Wachsthum, so wird endlich als eine continuirliche Bildung ein oktaëdrischer Zwilling resultiren, dessen beide Individuen eine Ausbildung erwarten lassen, wie sie in Fig. 5, eine dem »Manuel de Minéralogie von Des Cloizeaux (Pl. XLIV. Fig. 262)« entnommene Zeichnung, veranschaulicht ist ($s = 302$).

Man hält solche Krystalle allgemein für tetraëdrische Penetrationszwillinge (Zwillingsaxe normal $\infty O \infty$) und die Einkerbung der Kanten so durchaus für einen Beweis der Zwillingsbildung nach diesem Gesetz, dass man die bekannten herzförmigen Oktaëderzwillinge, welche jene Einkerbung zeigen, als Doppelzwillinge nach verschiedenen Gesetzen anspricht.

Dass diese Ansicht zunächst in ihrer Allgemeinheit nicht stichhaltig ist, dürfte die beschriebene Aggregation evident erweisen. Die oktaëdrische Vertiefung (Fig. 1), welche die einzelnen Individuen gegen einander abgrenzt, wird augenscheinlich durch Flächen gebildet, welche jenen Individuen selbst zugehören, und es tritt überdies die Selbständigkeit der letzteren, durch die scharf eingeschnittene dodekaëdrische Furche genug-

*) Da die Aggregationsfurchen tief eingeschnitten sind und deshalb bei einer einseitigen Aufnahme auf den halb abgewendeten Seiten verdeckt erscheinen, so ist es schwierig, in perspektivischer Zeichnung ein anschauliches Bild dieses merkwürdigen Krystalls zu geben. Zur Erkennung der Zwillingsbildung vergleicht man am besten die Anordnung der Aggregationsfurchen (Fig. 2) mit der der gekerbten Kanten in Fig. 3.

sam hervor. Ueberall, wo eine wirkliche Penetration ausser Zweifel steht, wie bei den Zwillingen des Flussspaths, am Eisenkies (Zwillinge des Hexaëders und Pentagondodekaëders) und vielen anderen Krystallspecies, bilden die Individuen ihre durchwachsenden Kanten durchaus gradlinig und ohne jede andere, als die durch das 2. Individuum bedingte Unterbrechung aus, und es dokumentirt sich die Zusammengehörigkeit der einzelnen Theile des durchdrungenen Krystalls durch eine bemerkenswerthe Constanz in der Centraldistanz ihrer zusammengehörigen Flächenabschnitte, so dass die einzelnen Kantenstücke in einer und derselben graden Linie liegen.

Es kann demnach, bei der in Fig. 1 und 2 abgebildeten Aggregation, von einer Durchwachsung nicht die Rede sein, und es dürfte wohl allgemein das Auftreten derartiger einspringender Ecken in Mitte regelmässiger Krystallverwachsungen als ein Beweis gegen eine Durchdringung der Individuen betrachtet werden. Wenn hiernach die Ansicht gerechtfertigt erscheint, dass die eingekerbten Kanten des Diamants nicht in allen Fällen auf tetraëdrische Zwillingsbildung zurückzuführen sind, so fragt es sich andererseits, welche Gründe in gewissen Fällen dennoch für jene Annahme massgebend sein können.

In den Lehrbüchern findet man durchgehends den Penetrationszwilling des Diamants so gezeichnet, wie es Fig. 6 darstellt. Zwei tetraëdrisch entwickelte Oktaëder durchkreuzen sich rechtwinklig, die Tetraëderkanten sind gradlinig ausgebildet.

Es standen mir eine grosse Anzahl von Diamantkrystallen verschiedener Mineraliencomptoirs zur Verfügung; überdies verdanke ich der Güte des Hrn Prof. Websky die Durchsicht der reichen Sammlung hiesiger Universität; aber ich habe nicht einen Krystall gefunden, der jener Zeichnung (Fig. 6) entspricht. Weder sind die tetraëdrischen Kanten gradlinig und stetig ausgebildet, noch aber zeigt sich jene Einkerbung einzeln an den Oktaëderkanten; vielmehr wiederholen sich durch einen treppenartig lamellaren Bau der Oktaëder die Einkerbungen oft sehr vielfach und dem entsprechend sind die tetraëdrischen Kanten stark gebogen und ebenfalls treppenartig abgesetzt, ohne dass sich in ihren einzelnen Theilen die Tendenz einer gradlinigen Ausbildung erkennen liesse. Sämmtliche der einspringenden Kanten sind dem Aeusseren nach von gleichartiger Bildung, und nur wo der treppenartige Aufbau aus sehr dünnen Lamellen besteht, tritt, wie in Fig. 5, scheinbar ein einziger einspringender Winkel auf; auch hier lassen sich jedoch immer noch die Spuren der ehemaligen treppenartigen Ausbildung in mehr oder weniger stark markirten Streifungen erkennen.

Sieht man demnach von dem thatsächlichen Mangel tetraëdrischer Kanten einstweilen ab, die bei einer Zusammengehörigkeit der gegenüberliegenden Oktaëdersegmente (*aa*, Fig. 8) zweifellos auftreten müssten, so

scheint schon an sich die gleichartige Wiederholung der einspringenden Winkel gegen eine Penetration zu sprechen. Denn da eine rechtwinklige Durchdringung schlechterdings nur von zwei Individuen statthaben kann, so werden in Fig. 8 die Segmente b_1 b_2 b_3 als blosse Parallelaggregationen erscheinen, und es wird bei dem Mangel jeglichen Unterschiedes zwischen den einspringenden Winkeln dieser letzteren und denen von a b a_1 b_1, ein gleichartiger Charakter sämmtlicher Einkerbungen behauptet werden dürfen und die Gesammterscheinung füglich auf eine Parallelaggregation zurückzuführen sein.

Einen weiteren Beweis für diese Ansicht liefert andererseits ein 3 Mm. grosser, bräunlich gefärbter Krystall, der in Fig. 4 möglichst getreu abgebildet ist. Die Einkerbungen wiederholen sich zahlreich in scharfer Ausbildung, und an Stelle der Hexaëderflächen treten unregelmässig vertiefte Gruben auf, die jedoch in ihren Umrissen denen des Gesammtkrystalls entsprechen. Diese Gruben sind mit einem schwärzlichen Stoff bekleidet, — der scheinbar mit dem färbenden Pigment des Krystalls identisch ist — und es ragen einzelne Oktaëderecken daraus hervor. Hierdurch wird es vollends unmöglich eine der Kanten als mittlere auszuzeichnen, und es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Segmente in den gegenüberliegenden Oktanten weder ihrer Ausbildung, noch ihrer Zahl nach übereinstimmen, so dass nicht der geringste Anhalt für eine Zusammengehörigkeit derselben gegeben ist.

Es war von Interesse, nunmehr auch andere Krystallspecies auf eine derartige Erscheinung hin zu untersuchen, da eine Parallelaggregation mit treppenartiger Ausbildung bei oktaëdrischen Krystallen keineswegs zu den Seltenheiten gehört. In der Sammlung der Kgl. Gewerbe-Akademie befindet sich eine schön krystallisirte Stufe gediegenen Silbers von Kongsberg, welche diese Ausbildung in vorzüglicher Weise zeigt. Die Krystalle, — Oktaëder in Combination mit untergeordneten Flächen des Würfels —, haben eine Grösse von 6—8 Mm.; Fig. 9 giebt ein portraitähnliches Bild eines solchen Krystalls. Das Oktaëder zeigt eine zahlreiche Wiederholung rechtwinklig eingekerbter Kanten. Die Würfelflächen sind entweder glatt oder tragen, in überaus zierlicher Bildung, eine vertiefte oktaëdrische Ecke. Theils heben sich die oktaëdrischen Segmente selbständig von einander ab, wie bei *a* Fig. 9, theils sind sie zu Gruppen verwachsen und zeigen die gebogenen tetraëdrischen Aggregationskanten wie bei *b*. Der gesammte Charakter der Ausbildung entspricht aufs genaueste dem der Diamantkrystalle.

Dieselbe Erscheinung zeigen künstliche Alaunkrystalle, die aus einer, mit Aetzkali schwach neutralisirten Lösung krystallisiren. Dabei bilden sich nicht selten auf den Oktaëderflächen die vicinalen Flächen eines Triakisoktaëders sehr regelmässig aus, dessen Pyramidenkanten ziemlich constant 0° 35′ messen, eine Erscheinung die mit der Eigenartigkeit des discon-

tinuirlichen Wachsthums in Zusammenhang zu stehen scheint und wohl auch am Diamant der gleichen Ursache zugeschrieben werden dürfte.

Wenn demnach die Eingangs beschriebenen Krystalle (Fig. 1, 2 u. 4) den Beweis liefern, dass am Diamant eine parallele Aggregation stattfinden kann, welche eine rechtwinklige Einkerbung der oktaëdrischen Kanten zur Folge hat, so wird andererseits der gänzliche Mangel aller jener Kennzeichen, welche die Penetration charakterisiren, — namentlich das Fehlen einer gradlinigen und gleichlaufenden Ausbildung der einzelnen Theile der durchwachsenden Kanten; das mehr oder weniger zahlreiche Auftreten der Einkerbungen ohne erkennbare Verschiedenheit unter einander; die unabhängige Ausbildung der an den gegenüberliegenden Oktanten hervortretenden Oktaëdersegmente, sowie endlich die augenscheinliche Analogie dieser Ausbildung mit anderen, entschieden holoëdrischen und aggregat individualisirten Species —, die Annahme rechtfertigen, dass die eingekerbten Kanten an Diamantkrystallen, entgegen der bisherigen Anschauung, auf eine Zwillingsbildung nicht zurückführbar sind.

Wenn gleich scharf markirte, discontinuirliche Wachsthumsformen, wie sie Fig. 1 zeigt, am Diamant nicht zu den häufigen Erscheinungen gehören, so lassen gewisse Vorkommnisse doch darauf schliessen, dass viele continuirlich ausgebildete Individuen, in den ersten Stadien ihres Wachsthums eine derartige Entwicklung aufzuweisen hatten.

Schon vor längerer Zeit beschrieb Des Cloizeaux*) zwei Diamantoktaëder, welche nach zwei gegenüberliegenden Flächen zu dünnen Lamellen geschliffen waren und die auf den Schliffflächen einen sechsstrahligen Stern von bräunlicher Farbe erkennen liessen, dessen Strahlen sich im Mittelpunkt des Krystalls unter 60° schnitten und den Umgrenzungskanten des Oktaëdersegments parallel gerichtet waren. Da diese symmetrische Einlagerung fremder Substanz vom Mittelpunkt aus, durch den ganzen Krystall in einer dünnen Schicht hindurchgeht (s. die Zeichnung a. a. O.), so wird der Krystall zur Zeit der Pigmenteinlagerung diejenige Begrenzung gehabt haben müssen, welche der Form jener Einlagerung entspricht; in dem beschriebenen Falle daher discontinuirlich ausgebildet gewesen sein.

Wo eine derartige Einlagerung fremder Substanz der Untersuchung nicht zu statten kommt, kann man sich von dem aggregaten Bau der Diamanten durch die Beobachtung im polarisirten Licht überzeugen. Combinirt man den Polarisationsapparat mit einem empfindlichen Gypsblättchen, so zeigen die meisten Diamanten, namentlich nach der trigonalen Axe, eine deutlich depolarisirende Wirkung. Die verschiedenen Färbungen der Krystallplatte grenzen sich dabei, mehr oder weniger scharf, in Winkeln

*) Annal. de chim. et de phys. Ser. III. T. XIV. p. 301; auch Pogg. Ann. Bd. 69. S. 447. (1846).

von 60° und 120° gegen einander ab, deren Schenkel den Oktaëderkanten parallel gehen.

Da bei einer Anzahl von Krystallspecies verschiedener Systeme die bisher angenommene Zwillingsbildung keine andere Begründung erfahren hat, als die, welche sich auf Einkerbungen der Kanten stützt, so wird nach den, aus der vorstehenden Untersuchung sich ergebenden Resultaten eine Revision jener Erscheinung auch bei diesen Species wünschenswerth erscheinen, wie Dies durch A. von Lasaulx bereits für die gekerbten Quarze von Oberstein und Lizzo, wie für die analog gebildeten Cuprite von Redruth geschehen ist (N. Jahrb. f. Min. 1876, S. 264 u. 276).

Nachdem der vorstehende Aufsatz bereits druckfertig vorlag, erhielt ich mit dem letzten Heft der Monatsberichte der berliner Akademie der Wissenschaften einen Auszug aus der demnächst zu erwartenden grösseren Arbeit von A. Sadebeck: Ueber die Krystallisation der Diamanten. Der Verfasser, dem unter Anderem das nachgelassene Material G. Rose's über diesen Gegenstand zu Gebote stand, gelangt hinsichtlich der Zwillingsbildung durchaus zu den obigen Resultaten und weist mit Recht darauf hin, dass der Diamant, dessen hemiëdrischer Charakter lediglich aus jener vermeintlichen Zwillingsbildung gefolgert worden ist, in Zukunft als eine holoëdrische, reguläre Species zu betrachten sein wird.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Parallele Aggregation eines 1,5 Mm. grossen Diamantkrystalls, bei 40facher Vergrösserung.

Fig. 2. Derselbe Krystall in perspektivischer Darstellung.

Fig. 3. Ideelle Darstellung der Zwillingsverwachsung und Aggregation des obigen Krystalls in gleicher Stellung mit Fig. 2.

Fig. 4. Diamantkrystalle von 3 Mm. Grösse, von brauner Farbe, mit vielfacher Wiederholung eingekerbter Oktaëderkanten und unregelmässig vertieften Hexaëderflächen, aus denen oktaëdrische Ecken hervorragen.

Fig. 5. Diamantkrystall nach Des Cloizeaux.

Fig. 6. Ideelle Ausbildung der Diamantoktaëder mit rechtwinklig gekerbten Kanten.

Fig. 7. Wirkliche Ausbildung dieser Krystalle.

Fig. 8. Schematische Darstellung der Lamellaraggregation am Diamant.

Fig. 9. Krystall gediegenen Silbers, einer Stufe von Kongsberg, Grösse 7 Mm.

XVIII. Notizen und Auszüge.

---

1. **W. Schimper** (in Strassburg): **Krystallform des Triaethylselenchlorid-Platinchlorid.** Diese von Herrn L. von Pieverling (Ber. d. d. chem. Gesellschaft 1876, IX, 1471) dargestellte Substanz hat die Zusammensetzung:

$$[Se\,(C_2H_5)_3\,Cl]_2\,Pt\,Cl_4$$

Krystallform monosymmetrisch:

$$a : b : c = 1,7893 : 1 : 1,8261$$
$$\beta = 58^0\ 6'.$$

Vorkommende Formen: $c = (001) = oP$, $a = (100) = \infty P\!\!\!/ \infty$, $p = (110) = \infty P$, $r = (\bar{1}01) = + P\!\!\!/ \infty$. Die Krystalle zeigen entweder alle Flächen in ungefähr gleicher Entwickelung (Fig. 1) oder sie sind tafelförmig nach

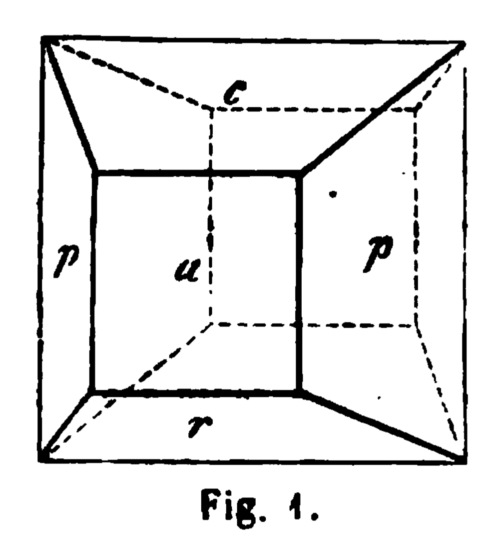


Fig. 1.

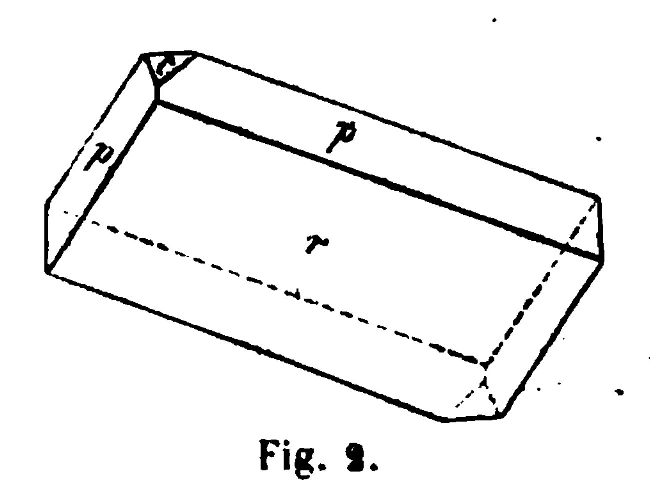


Fig. 2.

r (Fig. 2); endlich kommen auch alle möglichen Zwischenstufen zwischen diesen beiden extremen Ausbildungsweisen vor. Flächenbeschaffenheit sehr gut.

	beobachtet:	berechnet:
$(110)\ (1\bar{1}0)$ =	*113° 18′	—
$(110)\ (10\bar{1})$ =	*74 0	—
$(110)\ (001)$ =	73 48	73° 48′
$(001)\ (\bar{1}01)$ =	*62 0	—
$(100)\ (001)$ =	58 10	58 6
$(100)\ (10\bar{1})$ =	59 52	59 54

Spaltbarkeit nach (001) sehr vollkommen. Optische Axenebene Symmetrieebene; durch r eine Axe sichtbar.

2. J. H. Collins (in Truro): **Ueber Gramenit und Chloropal** (Remarks on Gramenite from Smallacombe, and on the Chloropal Group of Minerals. — **Min. Magaz.** I, 3. Heft, Febr. 1877, S. 67—71). Ein dichtes, dunkel, bis gelbgrünes, thonähnliches Mineral aus den Eisensteinlagern von Smallacombe bei Bovey Tracey in Devon, wurde analysirt mit folgenden Resultaten:

Verlust über Schwefelsäure	11,58
» bei 150°	7,22
« beim Glühen	6,61
SiO_2	39,70
Fe_2O_3	21,94
Al_2O_3	10,92
CaO	0,14
Alkalien und Verlust	1,89
	100,00

Diese Analyse stimmt ziemlich gut überein mit derjenigen des Gramenit von **Menzenberg** im Siebengebirge, eines Minerals, welches dem Pinguit, Nontronit, Chloropal und Bol nahe verwandt ist. Obgleich die Analysen jedes dieser Mineralien, wie es bei derartigen dichten Aggregaten kaum anders sein kann, einigermassen differiren, zeigt der Verf., dass sich dieselben doch sämmtlich nahezu auf folgende Formel zurückführen lassen:

$$(Fe, Al)_2 H_6 O_6 . Si_3 O_6 + 2H_2 O.$$

Ref. P. Groth.

3. C. Le Neve Foster: Einige neue Mineralfundorte in Cornwall und Devon (On some New Mineral Localities in Cornwall und Devon. — Min. Magaz. I, 3. H. S. 73—75).

Apatit mit Zinnerz und Turmalin in Wheal Kitty, St. Agnes;

Wismuthglanz, dünne Nadeln in offenen Klüften eines reichen Zinnerzganges in der Penhalls Mine;

Chiastolith im Schiefer der Bosworgey-Grube in St. Erth;

Leukopyrit, kleine glänzende Krystalle in der Pednandrea Mine, Redruth;

Molybdänglanz in einem Quarzgang, Hanover Cove bei St. Agnes;

Scheelit, derb, Levant Mine, St. Just.

Ref. P. Groth.

4. Heddle: Analyse eines Desmin von Farör (Analysis of Stilbite of an unusual form, from Faröe. — Min. Magaz. I, 3. H. S. 91—92). Der Verf. analysirte einen Desmin von etwas abweichendem Krystallhabitus [Combination: (100), (010), (001)] aus dem Trapp der Insel Bordöe (Faröe) und fand:

SiO_2	58,79
Al_2O_3	14,61
Fe_2O_3	0,47
CaO	9,53
K_2O	0,23
Na_2O	0,32
H_2O	17,30
	101,25

Ref. P. Groth.

5. **V. von Zepharovich** (in Prag): **Die Krystallformen einiger Kampferderivate** (Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. LXXIII, Jan. 1876)*). Die untersuchten, von J. Kachler (Ann. d. Chemie u. Pharm. 169. Bd. S. 168) dargestellten Verbindungen sind folgende:

Kampfersäure-Anhydrit $C_{10}H_{14}O_3$: rhombisch

$a:b:c = 0,9973 : 1 : 1,7170$

Beob. Formen: (100), (001), (011), (102), (101).

Opt. Axenebene (100), c 1. Mittell. (neg.); Axenwinkel $2E = 31^0\ 20'$ roth, $30^0\ 20'$ blau.

Kampfersäure $C_{10}H_{16}O_4$: monosymmetrisch

$a:b:c = 0,6527 : 1 : 0,5175$

$\beta = 69^0\ 6\frac{1}{2}'$.

Beob. Formen: (001), (010), (110), ($\bar{1}11$).

Spaltb. ($\bar{1}11$) und ($\bar{1}01$) sehr vollkommen, (010) vollkommen.

Opt. Axenebene senkr. zu (010), 1. Mittell. (c) in der Symmetriebene mit c 64^0 im stumpfen Winkel ac; Axenw. in Oel $70^0\ 33'$.

Oxykamphoronsäure $C_9H_{12}O_6 + H_2O$. Diese Verbindung ist dimorph; beide Formen, aus denselben Lösungen bei verschiedenen Temperaturen entstehend, sind einander in den Winkeln, z. Th. auch im Habitus sehr nahe stehend, verschieden jedoch in Spaltbarkeit und optischen Eigenschaften.

A. Erste Form: monosymmetrisch

$a:b:c = 0,7471 : 1 : 0,4904$

$\beta = 86^0\ 50'$

oder, bei analoger Stellung mit der zweiten Form:

$a:b:c = 0,7828 : 1 : 0,6864$

$\beta = 72^0\ 21'$.

Beob. Flächen: (001), (100), (010), (205), ($\bar{1}01$), (120).

Spaltb. (001) und (100) vollkommen.

Opt. Axeneb. Symmetrieeb., 1. Mittell. (a) mit c 28^0 im stumpfen Winkel ac; Axenw. in Oel $88^0\ 34'$, $\varrho < v$.

B. Zweite Form: monosymmetrisch

$a:b:c = 0,7725 : 1 : 0,6406$

$\beta = 72^0\ 21'$.

Beob. Formen: (001), (100), (010), (011), ($\bar{1}01$), (110), (120), ($\bar{1}11$).

Nach der Symmetrieaxe hemimorph, (120) nur auf einer Seite.

Spaltb. (100) vollk., (010) weniger gut.

Opt. Axenebene ⊥ (010), b 1. Mittell. (a); 2. Mittell. mit c 37^0 im spitzen Axenw. Opt. Axenw. in Oel $85^0\ 7'$, $\varrho < v$.

Indifferente Verbindung $C_9H_{12}O_2$: monosymmetrisch

$a:b = 0,6835 : 1$.

Beob. Formen: (100), (010), ($\bar{1}01$), (120). Zwill. nach (100).

Spaltb. ($10\bar{1}$) ziemlich gut.

---

*) Da die in diesem Hefte S. 161 mitgetheilte Arbeit des Verf. eine Fortsetzung der vor einem Jahre in den Wiener Sitzungsber. erschienenen Arbeit über Kampferderivate bildet, letztere aber vielleicht nicht allen unseren Lesern zugänglich ist, so geben wir hier einen kurzen Auszug derselben.

Hydro-Oxykamphoronsäure $C_9 H_{14} O_6$: asymmetrisch

$a : b : c = 0,6619 : 1 : 0,6975$

Winkel der Axen vorn oben rechts:

$\alpha = 85^0 9', \beta = 107^0 52', \gamma = 90^0 54'$.

Beob. Flächen: (100), (011), $(0\bar{1}1)$, $(\bar{1}11)$, $(\bar{1}22)$, $(\bar{1}\bar{1}2)$, (148).

Spaltb. $(0\bar{1}1)$. $(1\bar{4}0)$, $(\bar{1}22)$, (100).

Opt. Axeneb. nahe ‖ der Kante $(0\bar{1}1)$, $(1\bar{4}0)$; die 1. Mittell. im linken oberen Oktanten zur Normalen auf $(0\bar{1}1)$ 24^0 nach vorn geneigt; Axenw. in Oel 75^0.

Pimelinsäure $C_7 H_{12} O_4$: asymmetrisch

$a : b : c = 0,4971 : 1 : 0,5992$

$\alpha = 81^0 50', \beta = 100^0 2', \gamma = 85^0 6'$.

Beob. Formen: (100), (010), (001), (011), $(0\bar{1}1)$ $(0\bar{2}1)$, $(\bar{1}01)$.

Spaltb. (100) und $(10\bar{1})$ vollkommen.

Die Trace der opt. Axenebene auf (100) mit der stumpfen Kante (001) (100) $59^1/_2{}^0$; Axenw. in Oel 70^0; 1. (pos.) Mittell. im rechten obern Oktanten.

Sulphokamphylsäure $C_9 H_{16} SO_6 + 2 H_2O$: asymmetrisch

$a : b : c = 0,8515 : 1 : 0,7590$

$\alpha = 82^0 38^1/_2{}', \beta = 121^0 10', \gamma = 111^0 36'$.

Beob. Flächen: (100), (010), (001), $(0\bar{3}1)$, $(\bar{3}31)$.

Spaltb. $(\bar{1}00)$ unvollkommen.

Saures sulphokamphylsaures Blei $C_{18} H_{30} Pb S_2 O_{12} + 4 H_2O$: rhombisch

$a : b : c = 0,7228 : 1 : 0,8080$.

Beob. Formen: (010), (001), (011), (031), (102), (111), (112), (234).

Opt. Axenebene (010), c 1. Mittell., negativ; Axenw. $2 E = 78^0 17'$. Dispers. u. Doppelbr. gering.

Ref. P. Groth.

6. **A. Daubrée** (in Paris): **Eine in hist. Zeit vor sich gegangene Bildung von Chabasit und Philippsit** (Formation contemporaine de zeolithes [chabasie, christianite] sous l'influence de sources thermales, aux environs d'Oran [Algérie]. — Compt. rend. 1877, T. LXXXIV, 157—159). Von Deshayes auf seiner Reise in Algerien gesammelte Stücke aus dem Fussboden eines römischen Mauerwerks, welcher, wie in den Thermen von Plombières, aus Ziegelfragmenten, durch Kalk verkittet, besteht, liessen als Auskleidung der Höhlungen kleine (meist unter 1 Millim.) Krystalle von Philippsit und Chabasit erkennen. Die ersteren zeigten die bekannten Zwillingsformen, anscheinend tetragonale Prismen mit einer Pyramide anderer Ordnung, die Chabasitkrystalle, meist an Holzresten ansitzend, zeigten das primäre Rhomboëder. Endlich waren auch Kalkspathkrystalle vorhanden, spitze Skalenoëder, R 11 mit den Polk. $53^0 40'$ und $63^0 30'$, combinirt mit oR und einem flachen Rhomboëder. Diese Mineralien sind hier, wie zu Plombières, Luxeuil und Bourbonne les Bains durch die Einwirkung des Wassers der heissen Quellen auf das Mauerwerk während historischer Zeit entstanden.

Ref. P. Groth.

7. **G. vom Rath** (in Bonn): **Krystallform des unterschwefligsauren Phenylacediamin** (s. Bernthsen, Ann. d. Chemie u. Pharm. 184. Bd. S. 323). Die Substanz

$$(C_8 H_{10} N_2)_2 S_2 O_3 H_2$$

krystallisirt monosymmetrisch,

$$a : b : c = 0,6523 : 1 : 0,2978$$
$$\beta = 80^0 5'.$$

Beob. Formen: $(110) = \infty P$, $(001) = oP$, $(011) = \mathrm{R}\infty$.

$$(110)\ (1\bar{1}0) = 65^0 27'$$
$$(110)\ (001) = 81^0 40'$$
$$(011)\ (001) = 16^0 35'.$$

Ref. P. Groth.

8. **C. Friedel** und **J. Guérin** (in Paris): **Isomorphie des Titansesquioxyds mit Eisenoxyd** (s. quelq. combin. du titane. — Compt. rend. 1876, T. LXXXII, 509). Die Verf. erhielten bei der Darstellung des Titanoxychlorids auch Krystalle von

$$Ti^2 O^3;$$

dieselben sind genau von der Ausbildung derjenigen des Fe^2O^3, z. B. von Elba, und mit diesen vollkommen isomorph, wie folgende Vergleichung zeigt:

	$Ti^2 O^3$	$Fe^2 O^3$
$a : c = 1 :$	1,316	1,359.

An Titanoxyd beobachtete Flächen: $\varkappa(10\bar{1}1) = R$, $(0001) = oR$, $(4\bar{2}\bar{2}3) = \frac{4}{3} P2$.

Kantenwinkel	$Ti^2 O^3$ beobachtet	$Ti^2 O^3$ berechnet	$Fe^2 O^3$
$(10\bar{1}1)\ (0001) =$	$*56^0 40'$	—	$57^0 30'$
$(0001)\ (4\bar{2}\bar{2}3) =$	$60^0 24'$	$60^0 20'$	$61^0 7'$
$(10\bar{1}1)\ (4\bar{2}\bar{2}3) =$	$25^0 46'$	$25^0 45'$	$25^0 58'$.

Betrachtet man das Titaneisen als eine isomorphe Mischung von $Fe^2 O^3$ und $Ti^2 O^3$, so liegt sein Axenverhältniss, d. i. 1 : 1,3846, nicht zwischen demjenigen der beiden Componenten, wie nach Analogie der Mischungen von $Ca\,CO^3$ und $Mg\,CO^3$ zu erwarten wäre; die Verf. schliessen daher, dass folgende drei Verbindungen als isomorph zu betrachten seien:

$$Fe\,Fe\,O^3$$
$$Fe\,Ti\,O^3$$
$$Ti\,Ti\,O^3$$

und dass die natürlich vorkommenden Titaneisen theils die zweite Verbindung, theils Mischungen der ersten und zweiten seien.

Ref. P. Groth.

9. **Lawrence Smith** (in Louisville, Amerika): **Daubrelith, ein neues Mineral** (Nouveau minéral, renfermé dans une météorite: daubrélite. Comptes rendus Acad. sciences, Paris t. LXXXIII. No. 1, 3 juillet 1876, p. 74). In allen Durchschnitten, welche an zwei Eisenmassen von Bolson de Mapini (mexican. Wüste)

vorgenommen wurden, ist neben Troïlit, welcher in nierenförmigen Ausscheidungen erscheint, ein bis jetzt unbekanntes, schwarzes, glänzendes Mineral von krystallinischer Structur, mit deutlicher Spaltbarkeit, beobachtet worden. Seine Krystallform konnte jedoch nicht ermittelt werden, da das Mineral so zerbrechlich ist, dass es sich vom Eisen nicht ablösen lässt. Es ist in Salpetersäure vollständig löslich. Die Analyse ergab 36,48 pCt. Schwefel, während der Rest, mit Ausschluss von etwa 10 pCt. Eisen, aus Chrom bestand. Das Mineral ist sicher CrS, welches 37,62 Schwefel und 62,38 Chrom erfordert und das bei der Analyse ermittelte Eisen würde Beimengungen von Troilit, mit dem der Daubrelith zusammengewachsen ist, zuzuschreiben sein.

Ref. A. Arzruni.

10. F. Pisani (in Paris): **Mineralogische Notizen** (Notices minéralogiques. Comptes rendus Acad. sciences, Paris. t. LXXXIII, No. 2, 10 juillet 1876, p. 166).

Amesit wurde von Shepard ein in Chester (Massachusetts) auf Diaspor vorkommendes Mineral genannt, welches dem grünen Talk von Tirol oder manchen piemontesischen Chloriten ähnelt. Diese Substanz ist krystallinisch, spaltet sehr leicht nach einer Fläche, durch die das Axenbild der einaxigen Krystalle sichtbar ist; der optische Charakter ist positiv. Perlmutterglanz auf der Spaltungsfläche, apfelgrüne Farbe, Härte = 2,5 bis 3, spec. Gew. = 2,71. Vor dem Löthrohr fast unschmelzbar, giebt im Kölbchen Wasser ab. Die Analyse gab:

SiO_2	21,40
Al_2O_3	32,30
FeO	15,80
MgO	19,90
H_2O	10,90
	100,30.

Das Sauerstoffverhältniss wäre $SiO_2 : Al_2O_3 : RO : H_2O = 9 : 12 : 10 : 8$ abweichend von allen bekannten Thonerdesilicaten. Der Name Amesit wäre also zu behalten.

Mit dem Namen Euchlorit bezeichnet Shepard ein Chlorit-ähnliches, dunkelgrünes Mineral von Chester (Mass.), welches hexagonal und optisch negativ ist, eine Spaltbarkeit und parallel derselben Perlmutterglanz zeigt, vor dem Löthrohre sich aufblättert und weiss wird, im Kölbchen Wasser abgiebt. Härte = 2,5, spec. Gew. 2,84. Durch Salzsäure langsam zersetzt ergiebt das Mineral folgende Zusammensetzung:

SiO_2	39,55
Al_2O_3	15,95
Fe_2O_3	7,80
MgO	22,25
K_2O, Na_2O	10,35
Glühverlust	4,10
	100,00

welche vollkommen derjenigen des Biotit vom Vesuv entspricht. Der Name Euchlorit wäre zu streichen und das Mineral unter die Magnesiaglimmer einzureihen.

Bastit (Schillerspath) von der Insel Elba. Das Mineral kommt in den braunen Serpentinen von Venella, Circondario di Rio vor und bildet leichtspaltbare olivenfarbene Blättchen mit metallischem Glanze auf den Spaltungsflächen, durch welche auch zwei optische Axen mit $2E = 61^0$ bis 65^0 sichtbar sind. Die entsprechende (erste) Mittellinie ist negativ und steht senkrecht auf der Spaltungsfläche. Das Mineral wäre demnach sicher rhombisch, wie Herr Des Cloizeaux es für den Bastit von Baste am Harz angegeben hat. Härte = 3,5; spec. Gew. = 2,59. Schwer schmelzbar; decrepitirt im Kölbchen unter Wasserabgabe; in conc. Salzsäure vollständig löslich. Die Analyse gab:

SiO_2	39,10
Al_2O_3	3,61
FeO	8,03
MgO	33,60
CaO	3,28
H_2O	12,60
	100,22.

Das Sauerstoffverhältniss ist: $SiO_2 : RO : H_2O = 12 : 9 : 6$.

Ref. A. Arzruni.

XIX. Die Mineralien Latiums.

(I. Theil.)

Von

J. Strüver in Rom.

(Mit Tafel IX u. X.)

Einleitung.

Unter den durch Mineralreichthum ausgezeichneten Vulkandistrikten nimmt das alte Latium, das heutige Albaner Gebirge mit seiner nächsten Umgebung, unstreitig einen der ersten Plätze ein. Zahlreiche Forscher wandten ihre Aufmerksamkeit der Untersuchung unseres Vulkans zu, und manche neue und wichtige Thatsache verdanken wir ihren Bemühungen. Indessen beziehen sich die bis jetzt veröffentlichten Arbeiten grösstentheils auf die geologischen Verhältnisse und einzelne Mineralspecies und haben nicht eine vollständige Uebersicht der Mineralogie Latiums zum Zweck. Doch fehlen Arbeiten letzterer Art nicht ganz. Schon 1782 erschienen Cermelli's*) Beobachtungen über die Mineralien einiger Provinzen des Kirchenstaats; und wenn auch der damalige Stand unserer Wissenschaft es kaum erlaubte, hinreichend genaue Beschreibungen von Mineralprodukten zu geben, so erkennt man doch aus den dürftigen Notizen des Verfassers immerhin mehrere der häufigsten Mineralien Latiums mit genügender Sicherheit. Ein weit reichhaltigeres und genaueres Verzeichniss der Mineralien des Albaner Gebirges finden wir in Brocchi's »Catalogo ragionato« vom Jahre 1817**). Für unsern Gegenstand sehr wichtig ist eine im Jahre 1845 erschienene Schrift Spada's, welche wenig beachtet

---

*) Pier Maria Cermelli. Carte corografiche, e memorie riguardanti le pietre, le miniere, e i fossili, per servire alla storia naturale delle provincie del Patrimonio, Sabina, Lazio, Marittima, Campagna, e dell' Agro Romano. Neapel, 1782. gr. 8° mit 4 Tafeln.

**) G. Brocchi. Catalogo ragionato di una raccolta di rocce disposto con ordine geografico per servire alla geognosia dell' Italia. Mailand, 1817. 8°.

zu sein scheint, wohl weil sie in einer den Mineralogen ferner liegenden, mathematisch-physikalischen Zeitschrift veröffentlicht wurde*). In dieser kurzen Abhandlung sind, ausser den schon früher bekannten Species, zahlreiche andere Mineralien angegeben, deren Auffindung im Albaner Gebirge Spada's Verdienst ist. Sein Verzeichniss ist so vollständig, dass es seither Niemandem gelungen ist, auch nur eine sicher bestimmte Species hinzuzufügen, während im Gegentheil spätere Forscher, welche sich mit demselben Gegenstande beschäftigen, einzelne der von Spada aufgefundenen Mineralien gar nicht erwähnen. Leider giebt der Verfasser fast nur die Namen der von ihm gesammelten Vorkommnisse an, ohne krystallographische oder chemische Beschreibungen zu liefern. In dieser letzteren Beziehung ist ohne Zweifel weit bedeutender die von Gerhard vom Rath im Jahre 1866 veröffentlichte Abhandlung über das Albaner Gebirge**). Obgleich der Verfasser mehrere schon Spada bekannte Mineralien Latiums nicht erwähnt, so sind doch seine krystallographischen und chemischen Mittheilungen wohl das Vollständigste, was bis jetzt über die Mineralogie der Albaner Berge bekannt wurde. An Schriften allgemeinern Inhalts wären noch zwei Arbeiten von Paolo Mantovani***) zu erwähnen; dieselben sind indessen nicht frei von manchen Irrthümern und Verwechselungen. Die auf einzelne Mineralspecies bezüglichen Schriften werde ich Gelegenheit haben, im Verlauf dieser Arbeit anzuführen.

Ungeachtet der ziemlich umfangreichen, mineralogischen und geologischen, Literatur, welche wir über das Albaner Gebirge besitzen, lassen doch unsere Kenntnisse in Bezug auf die Mineralogie der Gegend, namentlich in krystallographischer und chemischer Hinsicht, manches zu wünschen übrig. Diesem Mangel wenigstens zum Theil abzuhelfen, ist einer der Zwecke meiner Arbeit, doch nicht der einzige. In der That, wer das Studium der Latialmineralien unternimmt, kann wohl kaum umhin, sich mit besonderer Vorliebe der Untersuchung jener eigenthümlichen Mineralaggregate zuzuwenden, welche in erratischen Blöcken im Peperino, in den lockern Tuff- und Lapillischichten, und, obgleich weit seltener, in den compakten Lavaströmen sich vorfinden. Seit langer Zeit weiss man, dass diese Blöcke denjenigen der Somma, denen von Pitigliano und Ventotene,

---

*) Mons. Lavinio de Medici-Spada. Sopra alcune specie minerali non in prima osservate nello Stato Pontificio. Brief an Arcangelo Scacchi. Siehe C. Palomba. Raccolta di lettere ed altri scritti intorno alla fisica ed alle matematiche. Jahrgang 1. Rom, 1845. 8°. p. 114—120.

**) Miner.-geogn. Fragmente aus Italien. Zeitschr. d. d. geol. Ges. XVIII. 1866. p. 510—561.

***) P. Mantovani. Descrizione mineralogica dei vulcani laziali. Roma, 1868. 8°. — Idem, Descrizione geologica della Campagna Romana. Roma-Torino-Firenze, 1875. 8°.

und den Laacher Lesesteinen, welche auf analoger Lagerstätte vorkommen, oft zum Verwechseln ähnlich sind. Aber in Betreff des Ursprungs der erwähnten Massen scheint mir, trotz zahlreicher einschlägiger Arbeiten, noch immer einiges Dunkel zu herrschen, und nur eine genaue vergleichende Untersuchung der Aggregate an den verschiedenen Fundorten wird uns schliesslich zur Klarheit führen. Während nun den Laacher Lesesteinen und den Sommaauswürflingen von jeher die grösste Aufmerksamkeit zu Theil wurde, können wir von den ähnlichen Vorkommnissen des Albaner Gebirges und des ganzen grossen römischen Vulkandistrikts überhaupt nicht dasselbe sagen. Freilich haben schon Gmelin im Jahre 1814 und Brocchi im Jahre 1817 mehrere der erratischen Mineralaggregate Latiums beschrieben, und Gerhard vom Rath führt 1866 eine noch grössere Anzahl auf; aber wir sind doch noch weit entfernt von einer auch nur annähernd vollständigen Kenntniss dieser interessanten Mineralmassen. Auch diese Lücke auszufüllen, so weit ich im Stande bin, ist Zweck dieser Arbeit. Und dass dergleichen Untersuchungen auch in Latium und überhaupt in der Campagna von Rom zu interessanten Ergebnissen führen, werde ich an einem andern Orte des weiteren nachweisen. Hier sei nur so viel erwähnt, dass unter den auf der Via Flaminia in einem gelbgrauen Tuff der Campagna aufgefundenen Mineralaggregaten zahlreiche Handstücke sich befinden, welche beweisen, dass aus Trachyt Somma-Bomben mit der ausgezeichnetsten Zonenstruktur entstehen, und dass andere Mineralaggregate umgewandelte Basaltgesteine sind, während wohl die meisten Blöcke des Albaner Gebirges ihre Entstehung der Umwandlung von Gesteinen verdanken, welche mit den von mir vor kurzem beschriebenen Tavolato-Gesteinen identisch oder ihnen doch sehr verwandt sind.

Das Material, welches mir zur Verfügung stand, befindet sich sämmtlich im mineralogischen Museum der Universität in Rom. Ich habe mir angelegen sein lassen, das Albaner Gebirge in allen Richtungen zu durchstreifen und möglichst viele der verschiedenen Mineralaggregate und der in den Lavaströmen vorkommenden Mineralien zusammenzubringen. Doch würde ich es noch nicht gewagt haben, meine Beobachtungen zu veröffentlichen, wenn ich nicht in unserm Institut die ungemein reichhaltige Sammlung Spada's und die, wenn auch weniger wichtige, doch immerhin recht interessante Sammlung Riccioli's vorgefunden hätte. Beide Forscher kannten die Latiner Berge sehr genau, und wenn sie auch nur wenige ihrer zahlreichen Beobachtungen veröffentlicht haben, so können wir ihnen, und namentlich Spada, nicht dankbar genug sein für die Sorgfalt mit welcher sie ihre Sammlungen zusammengestellt haben.

Es könnte vielleicht etwas gewagt erscheinen, sich des von Anderen gesammelten Materials zu bedienen, um eine Lokalmonographie auszuarbeiten. Indessen muss ich bemerken, dass sowohl Spada wie Riccioli ihre

Handstücke mit sehr genauen, meist auf die Exemplare geklebten, Etiketten versehen haben, dass meine eigenen Beobachtungen an Ort und Stelle mir auch die letzten Zweifel an der Herkunft der Stücke genommen haben, und dass schliesslich kein einziges Handstück berücksichtigt wurde, dessen Vorkommen mir nicht genügend festgestellt schien.

I. Metalloide, Schwefelmetalle, Oxyde.

Wenig zahlreich sind im Albaner Gebirge die den drei Classen der Elemente, Schwefelmetalle und Oxyde angehörigen Verbindungen. Seit langer Zeit kennt man den Schwefel und das Magneteisen in unserer Gegend. Gmelin erwähnt schon 1814 den Pleonast oder Ceylanit in den im Peperino eingeschlossenen Blöcken. Spada fügt 1845 noch Hyalith und Opal hinzu, und spricht auch von Quarzbruchstücken, die von der Lava eingewickelt sein sollen, doch geht aus seinen Angaben nicht hervor, ob er diese letztere Beobachtung an Latiallaven oder aber an anderen Laven des Kirchenstaats gemacht hat. Den Eisenglanz fand ich, in fast mikroskopischen Kryställchen, in den Hohlräumen des Sperone von Monte Compatri. Von Schwefelmetallen kenne ich bis jetzt nur Kupferkies, Magnetkies und Eisenkies. Mantovani schreibt mir in der zweiten seiner oben genannten Publikationen die Auffindung des Periklas in Latium zu, aber bis jetzt ist es mir nicht gelungen, die Existenz dieses Minerals im Albaner Gebirge unzweifelhaft nachzuweisen.

1. Schwefel.

Gediegener Schwefel findet sich fertig gebildet, oder fährt noch fort sich zu erzeugen, an verschiedenen Stellen unseres Gebiets, wo Schwefelwasserstoff mit andern Gasen vereint aus dem Boden sich entwickeln, in grösserer Menge namentlich nach anhaltenden Regengüssen. Die hauptsächlichsten Orte, wo wir diese Erscheinung beobachten (solfatare oder solforate), sind seit langer Zeit bekannt und finden sich:

1) Zwischen der Eisenbahnstation Ciampino und Le Fratocchie, links von dem Punkte, wo die Heerstrasse von Rom nach Albano von der Eisenbahn durchschnitten wird. Brocchi giebt an dieser Stelle ausser Schwefel noch Thonerde- und Eisensulfat an, als Producte der Einwirkung des Schwefelwasserstoffgases auf die zahlreich umherliegenden Lavablöcke, welche in der That stark gebleicht und zersetzt sind. Mit dieser Solfatara im Zusammenhange ist offenbar die weit kleinere, welche man in geringer Entfernung von der ersteren nach Le Fratocchie zu, unmittelbar rechts von der Strasse, beobachtet. Der Schwefel ist an den beiden Punkten meist erdig und von graulich-gelber Farbe.

2) Im Thale des Fosso della Solfatara, welches die Strasse von Rom nach Ardea durchschneidet, ungefähr 12 Miglien von Rom entfernt. Längs des Baches sind, auf weite Erstreckung hin, die Gesteine der Thalgehänge tief zersetzt, weiss oder gelb gefärbt, und enthalten bedeutende Mengen von Schwefel, welcher entweder innig mit dem zersetzten Gesteine gemengt ist oder sich in kleinen unregelmässigen Massen oder krystallinischen Krusten in den Hohlräumen desselben angesiedelt hat. Dieser Schwefel, dessen Bildung noch fortdauert, wird von den Bewohnern der umliegenden Campagna, namentlich zur Schwefelung des Weinstocks, benutzt.

3) An der Meeresküste zwischen Porto d'Anzio und Ardea. Die von Spada gesammelten Handstücke zeigen den Schwefel als Bindemittel eines zerreiblichen Quarzsandsteins.

2.—4. Schwefelmetalle.

2. Kupferkies.

In der Lava von Capo di Bove finden sich, obgleich ziemlich selten, Körnchen von Kupferkies, aus deren Zersetzung ein grünes Mineral hervorgegangen ist, welches schon die Aufmerksamkeit Riccioli's auf sich lenkte. Dasselbe grüne Mineral fand ich in der Lava eines kleinen Steinbruches, welcher rechter Hand der Via Labicana dem grossen Bruche des Laghetto gegenüber liegt, kurz bevor man von Rom nach La Colonna (das alte Labicum) gelangt. Mantovani erklärt dieses Mineral für Malachit; es ist wohl dasselbe, welches hier und da in der Literatur als Atakamit von Capo di Bove angeführt wird.

3. Magnetkies.

Weit häufiger als Kupferkies fand ich bisher Magnetkies in Latium, namentlich in dem eigenthümlichen, Hauyn und Melanit führenden Leucit-Sanidingesteine, welches in erratischen Blöcken in den Tuffen des Tavolato und an einigen andern Orten unseres Gebiets vorkommt und von mir vor kurzem beschrieben wurde. Auch in den erratischen Mineralaggregaten ist der Magnetkies nicht so sehr selten. Ich fand ihn namentlich in Blöcken, welche aus Leucit, weissem Hauyn, dunkelgrünem Augit und Idokras zusammengesetzt sind, aber auch in solchen, welche aus Leucit, Sanidin, Nephelin, Sodalith, braunem Glimmer, Melanit und etwas Augit bestehen.

4. Eisenkies.

Mantovani giebt dieses Mineral im Peperino von Albano und Marino an. Auch in der Spada'schen Sammlung fand ich Stücke von Eisenkies vor, welche von Lasurstein begleitet sind und seit 1840 im Peperino von Marino gesammelt waren.

5.—8. Oxyde.

5. Eisenglanz.

Mikroskopische oder doch nur mit Hülfe der Loupe erkennbare Kryställchen von Eisenglanz kommen in den kleinen Hohlräumen des Sperone von Monte Compatri vor.

6. Magneteisen.

Dieses Mineral ist seit langer Zeit in unserm Vulkandistrikt bekannt. Schon Ferber*) im Jahre 1773, und Dolomieu**) im Jahre 1788, erwähnen die Magneteisensande Latiums. Brocchi war der erste, soviel mir bekannt, welcher das Mineral in den Auswürflingen auffand. G. vom Rath, in seiner oben erwähnten Arbeit über das Albaner Gebirge, weist die Gegenwart des Magneteisens in sämmtlichen Gesteinen Latiums nach, in der gewöhnlichen grauen Lava, im Sperone, im Peperino, im lockern Tuff, und erwähnt vollkommene Krystalle, welche er in der römischen Sammlung in Stücken von Peperin, in den Drusenräumen der Lava von Capo di Bove und in Auswürflingen, aus Sanidin, Magneteisen, Hornblende und farblosem Sodalith bestehend, zu beobachten Gelegenheit hatte. In Betreff der Krystallform fügt vom Rath nur hinzu, dass die in Begleitung von Nephelin in Drusenräumen der Lava von Capo di Bove vorkommenden Krystalle von Magneteisen die Form des Rhombendodekaëders zeigen. Die Angaben Mantovani's über unser Mineral sind wenig zuverlässig. In der ersten der beiden oben angeführten Schriften giebt Mantovani als Form des Magneteisens im Albaner Gebirge das Oktaëder und das Rhombendodekaëder an, und spricht auch von Zwillingen; in der zweiten Schrift erwähnt er nur Oktaëder und Würfel, und fügt hinzu, dass einige der Krystalle stark magnetisch sind, während andere keine Spur von Magnetismus zeigen. Meine Untersuchungen führten mich zu ganz andern Resultaten. Die zahlreichen Krystalle unserer Sammlung, welche von den verschiedensten Fundorten Latiums herrühren und theils von Spada und Riccioli, theils von mir und Andern gesammelt wurden, sind sämmtlich stark magnetisch. Nur unter den unregelmässigen Körnern fand ich einige wenige, welche schwächer, aber immer deutlich magnetisch sind. Würfelförmige Krystalle oder Zwillinge sah ich bis jetzt nie unter dem Magneteisen des Albaner Gebirges. Mantovani identificirt unser Mineral, ohne eine Analyse desselben anzugeben, mit dem Iserin, und giebt ihm die Formel $3(FeO, TiO^2) + Fe^2O^3$, welche von Rammelsberg für eine Varietät des Iserins von der Iserwiese aufgestellt wurde. Die Formel erfordert etwa

*) Lettres sur la minéralogie etc. de l'Italie. Strasbourg, 1776. Die deutsche Ausgabe war nicht zu meiner Verfügung.

**) Mémoire sur les îles Ponces. Paris, 1788. p. 342.

40% Titansäure. Es ist nun mindestens sehr willkürlich, unser durch seine Krystallform so ausgezeichnet charakterisirtes Mineral, ohne eine Analyse desselben auszuführen, mit dem Iserin zu vergleichen, welcher zwar analysirt, aber krystallographisch doch nur sehr zweifelhaft bestimmt wurde. Und um so weniger ist dies zulässig, da Knop die Existenz wirklichen, an Titansäure reichen Magneteisens nachgewiesen hat. Enthält nun aber das Magneteisen Latiums wirklich soviel Titan, um wenigstens chemisch die Annahme Mantovani's einigermassen zu rechtfertigen? Um darüber ins Klare zu kommen, prüfte ich nach verschiedenen Methoden 5 Krystalle und 3 Körner des fraglichen Minerals auf Titan. 4 Krystalle und 2 Körner, sämmtlich stark magnetisch, gaben mir kein Anzeichen von Titan; ein einziger Krystall zeigte eine schwache Titanreaction; ein einziges Korn, welches weit schwächer magnetisch sich erwies, gab eine deutlichere Reaction auf Titan, aber von 40% Titansäure sind wir auch hier noch immer weit entfernt. Aus diesen Resultaten scheint mir zu folgen, dass in Latium wirkliches, zuweilen etwas Titan enthaltendes Magneteisen in grosser Menge existirt, während es noch zweifelhaft bleibt, ob die schwach magnetischen Körner, welche eine stärkere Titanreaction zeigen, monometrischer Iserin von der Formel R^2O^3, oder rhomboëdrischer Ilmenit von derselben Formel, oder aber titanhaltiges Magneteisen von der Formel R^3O^4 sind. Um die Frage endgiltig zu entscheiden, fehlt mir für jetzt das nöthige Material.

Dass die Krystalle unseres Minerals nichts anderes als Magneteisen sind, wird durch das Studium ihrer Formen über allen Zweifel erhoben. In der That kann man sich keine grössere Analogie denken, als die, welche unsere Krystalle mit denen des M. Somma und anderer Fundorte zeigen. Es wurden an den Magneteisenkrystallen Latiums die folgenden Formen beobachtet:

Miller	(111)	(100)	(110)	(211)	(311)	(310)	(531)
Naumann	O	$\infty O \infty$	∞O	$2O2$	$3O3$	$\infty O3$	$5O^5/_3$.

Dieselben bilden zahlreiche Combinationen, unter denen die häufigsten hier aufgezählt werden: (110); (110) (111); (111) (110); (110) (111) (311); (110) (111) (211); (110) (111) (311) (211?); (110) (111) (311) (310) (531); (110) (111) (311) (211) (531) (310) (100) (Fig. 1). In allen Krystallen herrschen vor (110) (111) und (311); die übrigen Formen kommen nur als sehr schmale Modifikationen der Combinationen (110) (111) und (110) (111) (311) vor, doch spiegeln alle sehr ausgezeichnet. Die Symbole bestimmen sich sämmtlich aus den Zonen. Die Formen (310) und (211) scheinen für Magnetit neu zu sein, doch fand ich dieselben, zusammen mit allen oben angegebe-

nen Formen, auch an Krystallen vom M. Somma, von denen eine zahlreiche Reihe in der Spada'schen Sammlung sich vorfindet*).

Wir finden das Magneteisen in Latium:

1) Als Bestandtheil der gewöhnlichen grauen Basaltlava.

2) Als Gemengtheil des Sperone.

3) In den Drusenräumen der Basaltlava (Capo di Bove, Acqua acetosa etc.), begleitet von Nephelin, Augit, Leucit, Melilith, Olivin, Breislakit, Kalkspath etc. Es sind dies schwarz-graue Krystalle der Combination (111) (110) oder (110) (111), in denen die Flächen des Oktaëders glänzend und eben, die des Rhombendodekaëders matt und in der Richtung der Oktaëderkanten gestreift sind.

4) In den Drusenräumen von erratischen Lavablöcken, welche vom Peperino etc. eingeschlossen sind (Ariccia). Die Krystalle sind denen ad 3) ähnlich und von denselben Mineralien begleitet.

5) In erratischen Blöcken des Tuffs der Campagna, welche vom Peperino eingeschlossen sind (Genzano).

6) In Auswürflingen, welche aus Leucit, schwarzem Augit, Apatitprismen und -nädelchen bestehen (Tusculum, Albaner See etc.).

7) In Auswürflingen, welche aus dunkelgrünem Augit, bräunlichgrünem Glimmer und Olivin zusammengesetzt sind.

8) In Auswürflingen von Leucit und braunem Glimmer. Dergleichen Massen sind auch zuweilen von den Lavaströmen eingeschlossen, welche dann in der Nähe der Auswürflinge auch grosse isolirte Magneteisenkörner in ihrer Masse enthalten.

9) In Auswürflingen von Leucit, schwarzem Augit und Melanit.

10) In Auswürflingen, aus Sanidin, Hornblende und farblosem Sodalith bestehend.

11) In Auswürflingen, aus Sanidin, Nephelin und farblosem Sodalith zusammengesetzt.

12) In losen Krystallen im Peperino (Marino etc.).

13) In losen Krystallen in Aschen-, Lapilli- und lockern Tuffschichten (M. Cavo, Frascati, Marino, Albano, Genzano etc.).

14) In losen Krystallen in den Bächen (Tavolato, Vermicino etc.) und in den Sanden, welche die Ufer der Seen bilden (Albano, Nemi).

Die Krystalle und Körner der Nr. 5—14 zeigen eine schwärzere Farbe als die unter 3 und 4 angegebenen, und sind in der Regel reicher an For-

*) Scacchi fand schon seit 1842 (Esame cristallografico del ferro oligisto e del ferro ossidulato. Schriften d. Akad. d. Wissensch. in Neapel) am vesuvischen Magneteisen die Formen (311) (553) (531) (111) (110). Monticelli und Covelli (Prodromo della Mineralogia Vesuviana 1825) geben (111) (110) (100) und ein Ikositetraëder an, welches offenbar das später von Scacchi bestimmte (311) ist.

men. Nur an ihnen beobachtete ich die Formen (311) (211) (100) (310) (531).

7. Pleonast.

Die erste mir bekannte Nachricht über das Vorkommen des Pleonasts im Albaner Gebirge verdanken wir Gmelin, welcher schon 1814 im Peperino Auswürflinge von Augit, Glimmer und Ceylanit auffand. Auch Riccioli kannte schon das Vorkommen des Minerals in Latium. Brocchi erwähnt den Pleonast in seinem Catalogo ragionato, und Spada führt ihn 1845 unter den schon seit langer Zeit bekannten Vorkommnissen des Albaner Gebirges auf. G. vom Rath sah später in der römischen Sammlung Oktaëder von schwarzem Spinell, welche auf Blöcken von grünem Augit (Fassait) aufsassen und ihn an analoge Stücke vom Monzoni erinnerten. Mantovani erwähnt oktaëdrische Krystalle von Pleonast mit mehrfachen Modificationen, ohne deren Form genauer zu bestimmen.

Die zahlreichen Pleonast-Krystalle unseres Museums, welche grösstentheils von Spada im Albaner Gebirge gesammelt wurden, zeigen einen für dieses Mineral ungewöhnlichen Formenreichthum. Ich beobachtete an ihnen die folgenden 10 einfachen Formen:

Miller	(111)	(100)	(110)	(311)	(211)	(611)	(331)	(771)	(310)	(531)
Naumann	O	$\infty O \infty$	∞O	$3O3$	$2O2$	$6O6$	$3O$	$7O$	$\infty O3$	$5O\frac{5}{3}$

in den Combinationen: (111); (111) (110); (111) (311); (111) (110) (311); (111) (110) (311) (hhl); (111) (110) (311) (331) (771) Fig. 2; (111) (311) (110) (310) (531) (611) (100) Fig. 3; (111) (110) (311) (771) (331) (310) (211) (531) (100) Fig. 4.

In allen Krystallen herrscht das Oktaëder vor, dem sich meist die ebenfalls breit angelegten Flächen des Rhombendodekaëders und des Ikositetraëders (311) hinzugesellen. Die übrigen Formen finden sich nur als schmale Flächen, welche Kanten und Ecken der Combination (111) (110) (311) modificiren. Die Formen (311) (211) (310) (531) (611) bestimmen sich leicht aus den Zonen. Das Triakisoktaëder (331) wurde an zwei Krystallen aus der Zone [111, 110] und dem Winkel 110 : 331 bestimmt, welchen ich = 13° 2'.5 fand, während die Rechnung 13° 16' ergiebt.

Das Triakisoktaëder (771) wurde an denselben beiden Krystallen nachgewiesen, mit Hülfe der Zone [111, 110] und dem Winkel 110 : 771, welcher am Goniometer = 5° 50', resp. 5° 52' gefunden wurde, während die Rechnung 5° 46' erfordert. In Krystallen, welche die Formen (331) (310) (311) zeigen, könnte man eher das Triakisoktaëder (661) erwarten. Indessen würde diese Form den Winkel 110 : 661 = 6° 43' verlangen, und auch (771) findet sich in mehr als einer Zone des Krystalls, ausser in [111, 110] auch in der Zone [531, $3\bar{1}1$].

Von den oben aufgeführten Formen dürften (331) (771) (310) (211) (611) und (531) für Spinell neu sein.

Der Pleonast findet sich in Latium selten in losen Krystallen; gewöhnlich erscheint er als Gemengtheil der Auswürflinge. Unter diesen sind zu erwähnen:

1) Blöcke von grünem, Fassait-ähnlichem Augit und Pleonast. Es sind dies die schon von v. Rath erwähnten, manchen Stücken vom Monzoni analogen Auswürflinge.

2) Blöcke von demselben Augit mit metallisch glänzendem, grünem Glimmer und Pleonast. Sie finden sich, mit denen unter Nr. 1 citirten Auswürflingen, bei Tusculum etc.

3) Blöcke von grünem, durchsichtigem, seiner Form nach Diopsid-ähnlichem Augit, mit stark glänzenden Pleonastkryställchen, und oft mit weissen Apatitnädelchen. Diese, manchen Sommaauswürflingen äusserst ähnlich sehenden Blöcke finden sich bei Castel Gandolfo, Marino, Albano, Ariccia, Galloro.

4) Auswürflinge, welche aus gelb-weissem Peridot (Forsterit?), gelblich-grauen, metallglänzenden Glimmertafeln, grün-gelbem Augit und Pleonast bestehen. Die vier Mineralien sind bald in Zonen angeordnet, bald regellos gemengt, bald fein-, bald grobkörnig. Ich fand diese Blöcke im Campo di Annibale bei Rocca di Papa, im Peperino von Albano und Ariccia, in den lockern Lapillischichten bei Galloro. Sie bilden eine der überraschendsten Analogieen zwischen dem Albaner Gebirge und dem M. Somma.

5) Krystallgruppen von schwarzem Spinell, lose in den Aschen- und Lapillischichten des Fosso della Solfatara*).

8. Quarz und Opal.

Was die Existenz dieser beiden Species im Albaner Gebirge betrifft, mag es genügen, Spada's, im oben angeführten Briefe verzeichnete Worte in der Uebersetzung hier wiederzugeben:

»Hyalith. Ich habe ihn, wenngleich wenige Male, als Ueberzug der Hohlräume in der Lava von Capo di Bove beobachtet, und immer in mittelmässigen Exemplaren«.

»Opal. Auch dieser zeigt sich, indessen noch viel seltener, in den erwähnten Laven, in der Form schmaler Schnüre und kleiner Knötchen von milchblauer Farbe und etwas durchscheinend, kurz einigen der weni-

---

*) In der Spada'schen Sammlung fand ich eine Gruppe von schwarzen Spinellkrystallen, welche nach Aussage der Etiquette vom Monte di Soriano, d. h. Monte Cimino, bei Viterbo herstammt. Die Krystalle zeigen die Combination (111) (110) (311) (310) (531) (100) (*hhl*). Es ist mir nicht bekannt, ob jener Fundort schon von Andern angegeben worden ist.

ger schönen Varietäten Ungarns, welche sich jedoch den sogenannten edeln nähern, sehr ähnlich«.

»Quarz. Ich habe ihn, aber nicht häufig, in Form von Knötchen in der Grundmasse einiger Laven eingewickelt gefunden, und nie krystallisirt, sondern im Gegentheil ganz zerbröckelt und allen Glanzes beraubt; sämmtlich Anzeichen, welche auf andauernde und hohe Hitze hindeuten; mehr oder weniger pflegt er mit andern Substanzen mechanisch gemengt zu sein«.

Die von Spada bei Capo di Bove und der Solfatara von Marino gesammelten Hyalithe befinden sich noch in unserer Sammlung, während es mir nicht möglich war, den von ihm erwähnten Opal und Quarz aufzufinden. Es sei hier noch angeführt, dass Mantovani von »in der Basaltlava eingeschlossenen Feuersteinkieseln« spricht.

II. Wasserfreie Silikate.

Die wasserfreien Silikate, deren Existenz in Latium als bewiesen angesehen werden kann, sind: Hauyn, Lasurstein, Sodalith, Leucit, Nephelin, Sanidin, Anorthit, Sphen, Humit, Granat, Idokras, Melilith und Humboldtilith, Glimmer, Olivin, Augit, Wollastonit, Amphibol. Alle diese Species waren schon Spada im Jahre 1845 bekannt, und ihm verdanken wir die erste Erwähnung des Sodaliths, des Anorthits, des Sphens, des Humboldtiliths. Brocchi erwähnt noch Turmalin, doch konnte ich diese Substanz bis jetzt nicht im Albaner Gebirge auffinden.

9. Hauyn.

Die chemische Zusammensetzung des Hauyns der Albaner Berge wurde namentlich von Whitney und G. vom Rath bestimmt. Der letztere wies nach, dass der sogenannte Berzelin nur ein farbloser oder grauer Hauyn ist. Ueber die Krystallformen unseres Minerals besitzen wir schon ziemlich zahlreiche Notizen. Nach Necker, v. Rath und Andern, zeigt der weisse Hauyn (Berzelin) das Oktaëder und Rhombendodekaëder, nebst der Combination der beiden Formen, und Juxtapositions-Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze des monometrischen Systems. Am blauen Hauyn Latiums waren bis jetzt das Oktaëder, Rhombendodekaëder und der Würfel nachgewiesen, so wie von Hessenberg Juxtapositionszwillinge nach dem obigen Gesetze: Zwillingsaxe eine Kante [111].

An den sehr zahlreichen Krystallen unserer Sammlung fand ich:

Miller	(111)	(110)	(100)	(211)	(210)
Naumann	O	∞O	$\infty O \infty$	$2O2$	$\infty O2$.

Die letzte Form, der Pyramidenwürfel (210), scheint für Hauyn überhaupt neu. Alle finden sich sowohl am farblosen, wie am gefärbten Hauyn, und

bilden zahlreiche Combinationen: (111); (110); (111) (110); (110) (111) (Fig. 5); (110) (100) (Fig. 6); (111) (110) (100) (Fig. 7); (110) (111) (100); (111) (110) (100) (211) (Fig. 8); (110) (111) (100) (211); (110) (100) (211) (Fig. 9); (111) (110) (100) (211) (210).

Das einzige Zwillingsgesetz, welches ich beobachtete, ist das schon oben angeführte. Die häufigsten Gruppen sind Juxtapositionszwillinge und gehören dem weissen Hauyn an (Fig. 8), weit seltener sind sie am gefärbten Hauyn. Nicht so gar selten sind ferner polysynthetische Juxtapositionszwillinge, welche einigermassen an die von Sella am diamantförmigen Bor nachgewiesenen Gruppen erinnern. In Fig. 7 habe ich einen dieser polysynthetischen Zwillinge abgebildet. Derselbe besteht aus 6 Individuen der Combination (111) (110) (100), von denen 5 eine gemeinschaftliche Zwillingsaxe [111] besitzen; die derselben parallelen Flächen des Rhombendodekaëders fallen in allen 5 Individuen zusammen, während die zur Zwillingsaxe schief geneigten Oktaëderflächen in 3 Zonen abwechselnd aus- und einspringende Winkel bilden. Mit dem obern und grössten Individuum und den beiden mit ihm in paralleler Stellung sich befindenden, kleinern ist dann noch ein sechstes Individuum verbunden, mit der Zwillingsaxe normal zu $1\bar{1}1$.

Wenn nun auch die Juxtapositionszwillinge vorherrschen, so fehlen doch nach demselben Gesetze gebildete Penetrationszwillinge nicht ganz. G. vom Rath beschrieb dieselben als Sodalith, wohl weil damals am Hauyn Nichts Aehnliches bekannt war, während der Sodalith häufig dergleichen Penetrationszwillinge zeigt. Dass es sich in unserm Falle wirklich um Hauyn handelt, ist wohl zweifellos. Die Combinationen, welche die betreffenden Zwillinge zeigen, sind (110) (100), (110) (100) (211) (Fig. 9), (110) (111) (Fig. 5), also die gewöhnlichen des Hauyns; die vorherrschende Ausdehnung nach einer trigonalen Axe findet sich häufig auch an einfachen Krystallen des blauen oder farblosen Hauyns; Farbe und Glanz stimmen vollständig mit Hauyn, da sowohl prächtig blaue als farblose und graue Penetrationszwillinge sich vorfinden; die farblosen oder grauen Gruppen haben ganz das äussere Ansehen des Berzelins, mit genau demselben weisslichen oder graulichen Ueberzuge. Da indessen alle diese Charaktere nicht genügten, um mit Sicherheit den Sodalith auszuschliessen, so prüfte ich die Zwillinge auf Schwefel. Sowohl die blauen, wie die farblosen Gruppen gaben vor dem Löthrohre eine starke Schwefelreaction, ganz so wie der unzweifelhafte Hauyn. Dadurch ist bewiesen, dass es sich nicht um Sodalith handelt. Die Krystalle könnten indessen dem Nosean angehören, wie auch schon v. Rath hervorhebt. Gegen diese Hypothese ist allerdings einzuwenden, dass bis jetzt Niemand die Gegenwart des Noseans in Latium nachgewiesen hat. Freilich hat Spada einige Stücke seiner

Sammlung, welche aber von den hier betrachteten sehr verschieden sind, als Nosean bestimmt, ohne jedoch den Beweis dafür zu liefern.

Der Hauyn kommt im Albaner Gebirge hauptsächlich in den Auswürflingen vor. Ich fand ihn:

1) In Massen, welche nur aus grünem Pyroxen (Fassaitähnlich) und weissem Hauyn bestehen.

2—5) In ähnlichen Massen, in denen sich zu obigen beiden Mineralien noch stänglige Krystalle von Humboldtilith, oder grosse, bald schwarze, bald anders gefärbte Glimmerblätter, oder Idokras, oder endlich Melanit gesellen.

6) In Auswürflingen, welche aus grünem Augit, metallisch-grünem, schwarz-grünem oder schwarzem Glimmer, und grünem oder blauem Hauyn bestehen. Die drei Mineralien sind entweder regellos gemengt, oder in concentrischen Zonen angeordnet, oder endlich in abwechselnden, ebenen Lagen, wie die Componenten des Gneiss, geschichtet.

7) In Auswürflingen, welche aus den ad 6) angeführten Mineralien und aus grauem oder weissem Leucit zusammengesetzt sind.

8) In Blöcken aus grauem Leucit, schwarzem Augit und blauem Hauyn. Sie finden sich theils im Peperino, in Lapilli- und Aschenschichten, theils in der anstehenden Lava eingewickelt (Capo di Bove).

9) In Massen, welche aus grossen, grünen, metallisch glänzenden Glimmerblättern, blauem Hauyn und wenig körnigem Leucit bestehen.

10) In Massen, welche vorherrschend aus Leucit bestehen, dem grauer, fettglänzender Hauyn (Spada's Nosean), Augit und schwarzgrauer Glimmer beigemengt ist.

11) In Blöcken, welche ein Gemenge von Idokras, Leucit, bläulichem Hauyn und Glimmer sind.

12) In ähnlichen Massen, in denen noch späthiger Calcit sich hinzugesellt.

13) In Blöcken von gelbem Granat, Fassait, Leucit, blaugrauem Hauyn und Wollastonit.

14) In Blöcken von gelbem Granat, grünem Glimmer, Wollastonit, blaugrauem Hauyn und Humboldtilith.

15) In Massen von Leucit, schwärzlich-braunem Glimmer, dunkelgrünem Pyroxen, Melanit, bläulich-grauem Hauyn und Apatit.

16) In Blöcken, welche aus hellgelbem, derbem und krystallisirtem Humboldtilith, weissem Hauyn, gelbem Granat und wenig Pyroxen und schwärzlichem Glimmer bestehen.

17) In Blöcken von gelbem Humboldtilith und bläulich-grauem Hauyn.

18) In Massen von dunkelgrünem Pyroxen, Anorthit und blauem Hauyn, gewissen Somma-Auswürflingen täuschend ähnlich.

Während der Hauyn in den Auswürflingen so häufig ist und von den verschiedensten Mineralien begleitet wird, scheint er den anstehenden Gesteinen des Albaner Gebirges ganz oder fast ganz zu fehlen. In meinen zahlreichen Dünnschliffen von Basaltlaven Latiums konnte ich ihn nicht einmal auffinden. G. vom Rath schliesst aus seiner Analyse des Sperone von Tusculum, dass dieses Gestein etwa 3,2 % Hauyn enthält, doch konnte weder er, noch ich selber, denselben mikroskopisch mit Sicherheit nachweisen. Dagegen findet sich der Hauyn in grosser Menge in dem von mir vor kurzem beschriebenen, herrlichen Tavolatogesteine*), welches sich in losen Blöcken in den Tuffen der Campagna bei der »Osteria del Tavolato« auf der »Via Appia nuova«, dann in den Pozzolaneschichten beim »Ponte degli Squarciatelli« bei Grottaferrata, und im Peperino von Albano findet, und aus Leucit, Augit, Sanidin, Plagioklas, Hauyn, Melanit, Biotit, Magneteisen, Olivin, Apatit und Magnetkies besteht.

10. Lasurstein.

Faujas de St. Fond (Minéralogie des volcans etc. Paris, 1784. p. 250—51) spricht von Bergblau in der »grauen Schlammlava« (peperino) von Albano und hatte offenbar unser Mineral vor Augen. Doch gebührt Spada das Verdienst, den Lasurstein Latiums als solchen erkannt zu haben. Ich führe seine Worte in der Uebersetzung hier an:

»Lasurstein. Obgleich Viele der Meinung sind, dass Hauyn, Sodalith und Lasurstein nur Varietäten einer und derselben Species seien, so will ich doch, da keine entscheidenden Beweise dafür gegeben werden, für jetzt anführen, dass der Lasurstein in unseren Peperinen von Latium sich findet, entweder den umgewandelten Kalksteinbruchstücken, welche in den Peperinen eingeschlossen sind, anhängend, oder in dieselben eingedrungen. Es kommt Lasurstein vor, welcher vollkommen derb, und solcher, welcher erdig, fast pulverförmig ist, ausser allen andern zwischenliegenden Abstufungen; wenn er nicht verändert ist, ist seine Farbe das schöne Blau, welches man so sehr in der typischen Varietät schätzt, welche aus Persien zu uns kommt«.

Spätere Forscher erwähnen des Lasursteins von Latium nicht. Mantovani spricht statt dessen von Vivianit, welcher im Peperino von Marino und Albano vorkommen soll. Aus seiner Beschreibung der physikalischen Eigenschaften und des Vorkommens dieses Minerals erwächst der Zweifel, dass es sich hier um eine Verwechselung des Lasursteins mit Vivianit handele; indessen fügt der Autor hinzu, dass die von ihm angestellte Analyse genau zu der Formel $Fe_3 P_2 O_8 + 8H_2O$ führe. Das müsste allerdings

*) Studii petrografici sul Lazio. P. Iª. Roma. Atti R. Acc. dei Lincei. 3 December 1876. Die Stücke von Albano verdanke ich einem meiner Schüler, Herrn Gualdi.

reiner, durchaus unzersetzter Vivianit sein, aber die physikalischen Charaktere stimmen kaum mit dieser Ansicht überein. Ich habe sämmtliche Stücke von Albaner Lasurstein unserer Sammlung untersucht, um zu sehen, ob vielleicht Vivianit darunter sei; aber die beträchtliche Härte, die schöne dunkelblaue Farbe, der deutliche Schwefelwasserstoffgeruch, sowie die Kieselgallerte, welche man erhält, wenn man das Mineral mit Salzsäure behandelt, beweisen, dass alle unsere Stücke Lasurstein und nicht Vivianit sind. Doch will ich damit nicht die Möglichkeit leugnen, dass im Peperino auch Vivianit vorkommen könne.

Der Lasurstein, dessen Gegenwart in Latium einen anderen Beweis für die grosse Aehnlichkeit unseres Vulkans mit dem von Neapel liefert, findet sich in derben Bruchstücken im Peperino, oder auch in Aederchen und feinen Körnchen in den veränderten Kalk- und Dolomitbruchstücken, welche ebenfalls vom Peperino eingeschlossen sind. Nicht ohne Interesse sind die Stücke von Lasurstein, welche mit Schwefelkies gemengt sind und den asiatischen und andern Vorkommnissen überaus ähnlich sehen, sowie gewisse ebenfalls im Peperino aufgefundene Blöcke, welche aus dünnen, ebenen, sehr regelmässig abwechselnden Schichten von erdigem Lasurstein und körnigem, fast zerreiblichem Dolomit bestehen.

11. Sodalith.

Wenn die von G. vom Rath als Sodalith beschriebenen Penetrationszwillinge nur farbloser Hauyn oder vielleicht Nosean sein können, so fehlt doch der echte Sodalith nicht ganz in Latium, und sowohl Spada, wie G. vom Rath kannten denselben. Die herrschende Form der Krystalle unseres Minerals ist ausschliesslich das Rhombendodekaëder, dem sich zuweilen die immer nur sehr wenig entwickelten Flächen des Würfels und des Oktaëders hinzugesellen. In einzelnen Stücken beobachtet man zahlreiche, kleine, einfache Krystalle in paralleler Anordnung. Aeusserlich unterscheidet sich der Sodalith des Albaner Gebirges nicht im mindesten von dem farblosen oder lichtgrau gefärbten des Monte Somma. Obgleich wegen der Seltenheit des Minerals keine quantitative chemische Analyse angestellt werden konnte, so kann doch über die Natur des Minerals kaum ein Zweifel übrig bleiben. Dasselbe schmilzt nur schwer vor dem Löthrohr und zersetzt sich leicht mit Salz- und Salpetersäure, unter Abscheidung von Kieselsäuregallerte. In der mit Salpetersäure erhaltenen Lösung fällt Silbernitrat einen reichlichen Niederschlag von Chlorsilber, während Chlorbarium oder Bariumnitrat nicht die leiseste Trübung veranlassen. Diese Reactionen, welche mit Sodalith stimmen, schliessen jedenfalls die Vermuthung aus, dass die fraglichen Krystalle farbloser Hauyn oder Nosean seien.

Der Sodalith wurde in Latium bis jetzt nur in den Auswürflingen mit

Sicherheit nachgewiesen. Er kommt meist in den Blöcken vor, welche hauptsächlich aus Sanidin und Nephelin bestehen, zu denen sich noch brauner oder schwarzer Glimmer, schwarze Hornblende, Leucit, brauner und schwarzer Granat (Melanit), dunkelgrüner Pyroxen, Titanit und Magneteisen gesellen. Die Stücke, welche ich selber in den Lapilli- und Aschenschichten bei Galloro, zwischen Ariccia und Genzano, fand, sind aus Sanidin, Nephelin, Sodalith, Magneteisen und einem noch nicht genauer bestimmten, in fast mikroskopischen Kryställchen vorkommenden Minerale zusammengesetzt.

12. Nephelin.

Eines der häufigsten und seit langer Zeit bekannten Mineralien Latiums ist der Nephelin. Fleurian de Bellevue beschrieb ihn zuerst unter dem Namen Pseudosommit, welcher dann in Pseudonephelin umgeändert wurde. Hauy und Andere wiesen indessen die Identität des Minerals mit dem Sommit oder Nephelin nach. Carpi*) führte eine Analyse des Pseudonephelins von Capo di Bove aus und fand 40.2 Kieselsäure, 20.8 Kalkerde, 9 Thonerde, 12.6 Manganoxyd, 1.1 Eisenoxyd und 12 Kali. Aber offenbar ist diese Analyse entweder falsch, oder bezieht sich doch nicht auf unser Mineral. Ich fand am Nephelin des Albaner Gebirges, theils an den Krystallen, welche die Drusenräume der Basaltlaven auskleiden, theils an den Krystallen der Auswürflinge, die folgenden 8 einfachen Formen:

Bravais	0001	$10\bar{1}0$	$11\bar{2}0$	$21\bar{3}0$	$10\bar{1}2$	$10\bar{1}1$	$20\bar{2}1$	$11\bar{2}1$
Naumann	oP	∞P	$\infty P2$	$\infty P^3/_2$	$^1/_2 P$	P	$2P$	$2P2$

Die gemessenen Winkel stimmen recht wohl mit denen am Nephelin der Somma angegebenen überein.

An einem Krystalle, welcher einem aus Leucit, Pyroxen, Sanidin, Nephelin und Biotit bestehenden Auswürflinge entnommen wurde, fand ich:

$$0001 : 10\bar{1}1 = 43^0\ 50'\ 40'',\ \text{Somma (Scacchi)}\ 43^0\ 59'.$$

An einem andern Kryställchen (Fig. 10), welches von einem Blocke abgebrochen wurde, der aus Nephelin, braunem Granat und Idokras, Leucit, Pyroxen und Wollastonit zusammengesetzt ist, fand ich:

$0001 : 10\bar{1}1$	= 44° 1′ 5″,	Somma (Scacchi)	43° 59′
$0001 : 20\bar{2}1$	= 62 39	» »	62 37
$0001 : 10\bar{1}2$	= 25 40 30	» »	25 46
$0001 : 10\bar{1}0$	= 89 54 30	» »	90
$10\bar{1}0 : 21\bar{3}0$	= 19 5 20	» »	19 6
$21\bar{3}0 : 11\bar{2}0$	= 10 52 45	» »	10 54

*) Leonhard, Taschenbuch. XIV. 219.

Der Nephelin ist in Latium gewöhnlich farblos, weiss oder grau, in allen Graden der Durchsichtigkeit, in einigen wenigen Fällen grün oder fleischfarben, wie schon Spada bemerkt hat. Die fleischrothe Farbe findet sich am Nephelin verschiedener Fundorte, z. B. bei Capo di Bove, in losen Lavablöcken bei Marino u. s. w.; die grüne Farbe wurde nur ein einziges Mal an einigen wenigen Kryställchen eines Drusenraums der Lava von Capo di Bove beobachtet. In diesem letzteren Falle handelt es sich indessen nur um eine ganz zufällige Färbung. Die fraglichen Kryställchen sitzen auf einer grünen, kupferhaltigen Substanz auf, welche ein Zersetzungsprodukt des Kupferkieses ist, und sind, in demselben Drusenraume, von zahlreichen andern völlig farblosen Nephelinkrystallen begleitet. Häufig sind die sonst farblosen Krystalle, namentlich die in den Drusenräumen der compakten Lavaströme eingeschlossenen, oberflächlich irisirend, und nicht weniger häufig sind sie sehr unvollständig oder nur Krystallskelette. Eine begonnene Zersetzung macht die Krystalle oft weiss, matt und undurchsichtig.

Der Nephelin des Albaner Gebirges findet sich:

1) Als Gemengtheil vieler grauer Basaltlaven und mehrerer Sperone-Varietäten.
2) In Krystallen, welche die Wände der Drusenräume in der gewöhnlichen grauen Lava auskleiden, bei Capo di Bove, Acquacetosa vor der Porta S. Paolo, Tre Fontane, Vallerano, Marino, Rocca di Papa, Nemi, Lago Regillo, Colonna.
3) In Krystallen in den Drusenräumen loser Lavablöcke (Marino, Ariccia).
4) In den Auswürflingen, in denen der Nephelin von Sanidin, Leucit, Sodalith, Granat, Idokras, Biotit, Hornblende, Pyroxen, Magneteisen, Wollastonit und Humboldtilith begleitet wird. Ausser den beiden oben angeführten, und den beim Sodalith erwähnten Blöcken verdienen besondere Beachtung gewisse Auswürflinge, welche aus grossen braunen Glimmerblättern und schwarzem Pyroxen bestehen und in ihren Hohlräumen zuweilen herrliche Nephelinkrystalle zeigen.

13. Anorthit.

Wohl der Erste, welcher den Anorthit in unserem Vulkangebiet erkannte, ist Spada. Wenigstens führt er schon 1845 denselben unter den Latialmineralien an, und zwar als eine vorher nicht aufgefundene Substanz. Vom Rath erwähnt den Anorthit nicht. Mantovani kennt 1868 weder den Anorthit noch den Sanidin Latiums, im Jahre 1874 hingegen sagt er, dass der Anorthit »sich in Latium selten in schönen Krystallen des triklinen Systems findet, weit häufiger blättrig und von röthlicher Farbe vorkommt«. Den Sanidin, der doch sehr viel häufiger sich

findet, erwähnt er auch 1874 nicht. Was sein blättriger, röthlicher Anorthit sein mag, ist mir bis jetzt ein Räthsel geblieben.

Meine Winkelmessungen bestätigen vollkommen die Vermuthung Spada's, dass der Anorthit, wenn auch nur selten, in Latium vorkommt. Ich beobachtete die Formen

Miller	100	010	001	110	$1\bar{1}0$	130	$1\bar{3}0$	201	$20\bar{1}$	$20\bar{3}$		
Naumann	$\infty\bar{P}\infty$	$\infty\breve{P}\infty$	$0P$	$\infty P'$	$\infty{}'P$	$\infty\breve{P}'3$	$\infty{}'\breve{P}3$	$2'\bar{P}'\infty$	$2{,}\breve{P}{,}\infty$	$\frac{2}{3}{,}\bar{P}{,}\infty$		
	021	$0\bar{2}1$	061	$0\bar{6}1$	111	$1\bar{1}1$	$11\bar{1}$	$1\bar{1}\bar{1}$	$22\bar{1}$	$24\bar{1}$	$2\bar{4}\bar{1}$	$2\bar{4}1$
	$2{,}\breve{P}'\infty$	$2'\breve{P}{,}\infty$	$6{,}\breve{P}'\infty$	$6'\breve{P}{,}\infty$	P'	$'P$	$P{,}$	${,}P$	$2P{,}$	$4\breve{P}{,}2$	$4{,}\breve{P}2$	$4'\breve{P}2$

Die Combinationen sind sehr mannichfaltig (Fig. 11, 12, 13).

An einem Krystall der Combination (001) (621) (061) (010) $(0\bar{2}1)$ $(0\bar{6}1)$ (201) (100) (110) (130) $(1\bar{3}0)$ $(1\bar{1}0)$ $(2\bar{4}1)$ $(20\bar{1})$, welcher von einem aus Anorthit und grünem Pyroxen bestehenden Auswürflinge losgebrochen wurde, fand ich:

				Descloizeaux (Anorthit v. d. Somma.)	
$0\bar{1}0 : 0\bar{2}1$		= 47° 20′ 20″	94° 9′ 20″	47° 24′	94° 40′
$0\bar{2}1 : 001$		= 46 49		46 46	
$001 : 021$		= 42 39 40		42 39	
$021 : 061$		= 25 2 30	85 46 30	25 2	85 50
$061 : 010$		= 18 4 20		18 9	
$010 : 06\bar{1}$		= 18 57 10		19 0	
$06\bar{1} : 02\bar{1}$		= 28 30 40	94 4 20	28 24	94 10
$02\bar{1} : 00\bar{1}$		= 46 36 30		46 46	
$010 : 130$		= 29 26 45		29 29	
$130 : 110$	(unsicher)	= 28 23 15		28 35	
$110 : 1\bar{1}0$	(id.)	= 59 42 10		59 30	
$110 : 1\bar{3}0$		= 31 30		31 27	
$1\bar{3}0 : 0\bar{1}0$		= 30 56 40		30 59	
$1\bar{1}0 : 001$		= 69 17 50		69 20	
$201 : 001$		= 41 26 20		41 27	
$1\bar{1}0 : 201$		= 38 14 10		38 14	
$1\bar{1}0 : 0\bar{2}1$		= 53 17 10		53 14	

An einem zweiten Krystall wurden gefunden:

$001 : 021$	= 42° 45′ 5″	85° 59′ 10″	42° 39′	85° 50′
$021 : 061$	= 25 3 55		25 2	
$061 : 010$	= 18 10 10		18 9	
$001 : 111$	= 33 21 40	65 53 40	33 17	65 53
$111 : 110$	= 32 32		32 36	
$110 : 11\bar{1}$	= 29 19 40		29 16	

Ein dritter Krystall ergab noch

$001 : 0\bar{2}1$	= 46° 44′	46° 46′

Das einzige Zwillingsgesetz, welches ich beobachten konnte, ist das allen triklinen Feldspathen gemeinschaftliche, für welches Zwillingsaxe die Normale auf 010 ist.

Die oben angeführten Winkelmessungen, der Charakter der Combinationen, die Thatsache, dass die Krystalle vor dem Löthrohr schwer schmelzen, während ihr Pulver mit Salzsäure sich leicht unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzt, genügen wohl, um den Beweis zu liefern, dass wir wirklich Anorthit vor uns haben. Eine quantitative Analyse auszuführen, erlaubte die kleine Anzahl der Krystalle, welche unser Museum bis jetzt besitzt, nicht.

Der Anorthit ist in Latium bis jetzt sehr selten gefunden. Ich kenne ihn nur in Auswürflingen, welche aus Anorthit und grünem Pyroxen bestehen, zu denen sich zuweilen noch blauer oder farbloser Hauyn gesellt. Dieselben sind in Nichts von den ebenso zusammengesetzten der Somma zu unterscheiden und zeigen, wie diese, Anordnung der Bestandtheile in Zonen.

14. Sanidin.

Den Sanidin des Albaner Gebirges erwähnen schon Gmelin, Brocchi, Spada, vom Rath, doch wurde derselbe, so viel mir bekannt, noch nicht krystallographisch untersucht. Die von mir gemessenen Krystalle, welche meist aus der Spada'schen Sammlung stammen, zeigen die Formen

Miller	010 .	001	110	130	$10\bar{1}$	$40\bar{3}$	$20\bar{1}$	$11\bar{1}$
Naumann	$\infty\not{P}\infty$	$0P$	∞P	$\infty\not{P}3$	$+\not{P}\infty$	$+\frac{4}{3}\not{P}\infty$	$+2\not{P}\infty$	$+P$

Die beobachteten Combinationen sind: (010) (001) (110) (130) ($\bar{1}11$) ($\bar{2}01$) Fig. 14; (010) (001) (110) (130) ($\bar{2}01$) ($11\bar{1}$) ($10\bar{1}$) Fig. 15; (010) (001) (110) (130) ($\bar{1}01$) ($\bar{4}03$) ($\bar{2}01$) ($11\bar{1}$) Fig. 16.

Es wurden 3 Krystalle, welche die eben angegebenen 3 Combinationen zeigen, gemessen, und die wahrscheinlichsten Constanten für sie bestimmt.

Der erste Krystall (Fig. 15) ergab die Constanten:

$$a : b : c = 0.6577 : 1 : 0.5522,$$
$$\beta = 64^0\ 2',5.$$

Die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung erhellt aus nachstehender Tabelle:

Winkel	gemessen	Zahl der Kanten	berechnet	Differenz Beob.-Rechn.
001 : 100	—	—	64° 2′ 30″	—
010 : 110	59° 23′	1	59 24 8	— 1′ 8″
110 : 1$\bar{1}$0	61 6 7″	1	61 11 44	— 5 37
010 : 130	29 25	1	29 24 34	0 26
110 : 130	30 2 35	1	29 59 34	3 1
010 : $\bar{1}$11	63 10 40	2	63 14 45	— 4 5
$\bar{1}$11 : $\bar{1}$01	26 44 49	2	26 45 15	— 0 26
$\bar{1}$01 : $\bar{1}$10	69 26 17	4	69 26 12	0 5
$\bar{1}$01 : $\bar{1}$30	78 32 53	1	78 26 28	6 25
$\bar{1}$11 : $\bar{1}$30	55 11 30	1	55 10 28	1 2
$\bar{1}$11 : $\bar{1}$10	57 5 48	3	57 7 37	— 1 49
$\bar{1}$11 : 001	54 58 28	2	55 0 24	— 1 56

Die Summe der übrig bleibenden Fehler, sämmtlich positiv genommen, beträgt 26′, welche gleichmässig auf die 11 Kanten vertheilt, einen mittleren Fehler von 2′ 22″ ergeben.

Für den zweiten gemessenen Krystall (Fig. 14) erhalten wir als wahrscheinlichste Constanten:

$$a : b : c = 0.6585 : 1 : 0.5541,$$
$$\beta = 63^0\ 47'.$$

Die nachstehende Tabelle zeigt den Grad der Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung.

Winkel	gemessen	Zahl der Kanten	berechnet	Differenz Beob.-Rechn.
001 : $\bar{1}$01	50° 5′ 33″	1	50° 13′ 51″	— 8′ 18″
001 : $\bar{2}$01	80 30 17	1	80 21 23	8 54
010 : 110	59 22 50	1	59 25 38	— 2 48
0$\bar{1}$0 : 130	29 20 2	1	29 26 1	— 5 59
001 : 1$\bar{1}$0	112 17 40	1	112 21 20	— 3 40
$\bar{2}$01 : $\bar{1}\bar{1}$0	45 39 37	1	45 45 2	— 5 25
010 : $\bar{1}$11	63 16	1	63 9 15	6 45
010 : 001	90 8 10	1	90	8 10
001 : 0$\bar{1}$0	90 0 58	: 1	90	0 58

Der Krystall ist sehr unregelmässig ausgebildet, obgleich seine Flächen ausgezeichnet eben und spiegelnd sind. Der mittlere Fehler für jede der 7 ersten gemessenen Kanten beträgt 5′ 58″.

Der dritte Krystall (Fig. 16), welchen ich mass, hatte die Constanten:

$$a : b : c = 0.6535 : 1 : 0.5521,$$
$$\beta = 64^0\ 12'\ 5.$$

Die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung ergeben sich aus der hier folgenden Tabelle.

Winkel	gemessen	Zahl der Kanten	berechnet	Differenz Beob.-Rechn.
001 : $\bar{1}03$	63° 19′ 23″	1	63° 19′ 44″	— 0′ 21″
010 : 110	59 35	1	59 31 45	3 15
110 : $1\bar{1}0$	60 55 37	1	60 56 30	— 0 53
010 : 130	29 26 48	1	29 32 1	— 5 18
110 : 130	29 58 25	1	29 59 44	— 1 19
010 : $\bar{1}11$	68 15 19	2	63 18 28	— 3 9
$\bar{1}11$: $\bar{1}\bar{1}1$	53 18 8	1	53 23 4	— 4 56
$\bar{1}11$: 103	29 25 52	2	29 30 22	— 4 30
$\bar{2}01$: $\bar{1}03$	17 3 40	1	16 50 16	13 24
$\bar{1}10$: $\bar{1}03$	58 23 55	1	58 22 32	1 23
$\bar{1}11$: $\bar{1}30$	54 57 40	1	55 3 14	— 5 34
$\bar{1}11$: $\bar{1}10$	56 53 7	1	56 54 33	— 1 26

Die Summe der noch übrig bleibenden Fehler, sämmtlich positiv genommen, berechnet sich auf 45′ 28″, was für jeden der 12 gemessenen Winkel einen mittleren Fehler von 3′ 47″ ergeben würde.

Wollte man den Winkel $\bar{2}01$: $\bar{1}03$, für welchen eine bedeutende Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung übrig bleibt, ausschliessen, so würde man für die Constanten des Krystalls erhalten:

$$a : b : c = 0.6538 : 1 : 0.5521,$$
$$\beta = 64^0\, 8'\, ^3/_4.$$

Der Winkel β würde dann weniger von dem für den ersten Krystall erhaltenen Werthe abweichen. Jedenfalls folgt aus dem Obigen, dass die krystallographischen Constanten des Sanidins von Latium von einem Individuum zum andern beträchtlich variiren, eine Thatsache, welche übrigens auch aus den zahlreichen von G. vom Rath angestellten Messungen für den Laacher und Vesuvischen Sanidin sich ergiebt. Die Unterschiede sind weit bedeutender für den Winkel β und das Verhältniss $a : b$, als für das Verhältniss $c : b$.

Es war noch von Interesse, die Frage zu entscheiden, ob der Sanidin des Albaner Gebirges durch seine krystallographischen Constanten sich mehr dem vom Laacher See oder dem des Monte Somma nähere. Zu diesem Zwecke wurden sämmtliche an obigen 3 Krystallen ausgeführten Messungen combinirt, um die mittleren Constanten daraus zu berechnen; und ebenso wurden aus den Messungen G. v. Rath's die mittleren Constanten für den Laacher und Vesuvischen Sanidin berechnet, wobei die an Zwillingen ausgeführten Beobachtungen ausgeschlossen, die übrigen sämmtlich als gleichwerthig betrachtet wurden.

Die Resultate der Rechnung sind hier angeführt.

1) Sanidin von Latium.

$a : b : c = 0.6562 : 1 : 0.5522$,

$\beta = 63^{0}\,57'$.

Winkel	gemessen	Zahl der Kanten	berechnet	Differenz Beob.-Rechn.
$010 : 110$	59° 26′ 57″	3	59° 28′ 45″	— 1′ 48″
$110 : 1\bar{1}0$	61 0 54	2	61 2 30	— 1 36
$010 : 130$	29 23 55	3	29 29 4	— 5 9
$110 : 130$	30 0 30	2	29 59 41	0 49
$010 : \bar{1}11$	63 13 36	5	63 15 32	— 1 56
$\bar{1}11 : \bar{1}01$	26 44 49	2	26 44 28	0 21
$\bar{1}01 : \bar{1}10$	69 26 17	4	69 23 3	3 14
$\bar{1}01 : \bar{1}\bar{3}0$	78 32 58	1	78 23 40	9 18
$\bar{1}11 : \bar{1}30$	55 4 35	2	55 9 33	— 4 58
$\bar{1}11 : \bar{1}10$	57 2 38	4	57 7 12	— 4 34
$\bar{1}11 : 001$	54 58 28	2	55 7 25	— 8 57
$001 : \bar{1}03$	63 19 23	1	63 17 15	2 8
$\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$	53 18 8	1	53 28 56	— 10 48
$\bar{1}11 : \bar{1}03$	29 25 52	2	29 35 34	— 9 42
$\bar{1}03 : \bar{2}01$	17 3 40	1	16 55 23	8 17
$\bar{1}03 : \bar{1}10$	58 23 55	1	58 34 55	— 11 0
$001 : \bar{1}01$	50 5 33	1	50 10 31	— 4 58
$001 : \bar{2}01$	80 30 17	1	80 12 38	17 39
$001 : \bar{1}\bar{1}0$	112 17 40	1	112 13 44	3 56
$\bar{2}01 : \bar{1}\bar{1}0$	45 39 37	1	45 42 22	— 2 45

Die Summe der übrig bleibenden Fehler, sämmtlich mit primitivem Zeichen genommen, ist $= 113'\,48''$; für die 20 Kanten ist also der mittlere Fehler $= 5'\,41''$.

2) Sanidin vom Vesuv.

Aus Rath's Messungen ergeben sich die Constanten:

$a : b : c = 0.6538 : 1 : 0.5526$,

$\beta = 64^{0}\,7'\,5$.

Winkel	gemessen	Zahl der Kanten	berechnet			
			Rath	Differenz	Strüver	Differenz
010 : $\bar{1}11$	63° 16′ 45″	3	63° 18′	— 1′ 45″	63° 17′ 34″	— 0′ 49″
010 : 110	59 26 42	5	59 38	—11 18	59 32 1	— 5 19
010 : 130	29 34	1	29 38 10″	— 4 10	29 32 17	1 43
001 : 021	44 46	1	44 51 39	— 5 39	44 50 21	— 4 21
110 : 021	51 19	1	51 20 47	— 1 47	51 22 24	— 3 24
$\bar{1}11$: $\bar{1}\bar{1}1$	53 30 30	2	53 21	9 30	53 24 52	5 38
$\bar{1}11$: 001	55 12	3	55 22 5	—10 5	55 12 53	— 0 53
$\bar{1}11$: $\bar{1}10$	56 56 20	3	56 50 55	5 25	56 52 51	3 29
$10\bar{1}$: $\bar{1}11$	26 41 22	4	26 42	— 0 38	26 42 26	— 1 4
$\bar{1}11$: $20\bar{1}$	39 16 30	8	39 16 8	0 22	39 15 9	1 21
$\bar{1}11$: $\bar{1}30$	54 55 36	5	54 59 11	— 3 35	55 1 36	— 6 0
001 : $\bar{1}\bar{1}0$	112 13	4	112 13	0 0	112 5 44	7 16
001 : $10\bar{1}$	50 16 51	7	50 29 45	—12 54	50 18 35	— 1 44
001 : $20\bar{1}$	80 12 30	2	80 25 54	—13 24	80 12 57	— 0 27
$10\bar{3}$: 110	58 37	1	58 13 48	23 12	58 20 49	16 11
$10\bar{3}$: $10\bar{1}$	12 5	1	13 6 5	—61 5	13 4 15	—59 15
$10\bar{3}$: $20\bar{1}$	16 55	1	16 50 4	4 56	16 50 7	4 53
110 : $1\bar{1}0$	60 51 15	8	60 44	7 15	60 55 58	— 4 43
$10\bar{1}$: 110	69 7	2	69 1 51	5 9	69 6 43	0 17
$20\bar{1}$: 110	45 38 52	4	45 25 12	13 40	45 32 52	6 0
130 : 110	29 59 10	3	29 59 50	— 0 40	29 59 44	— 0 34
130 : $20\bar{1}$	66 17	1	66 16 46	0 14	66 23 2	— 6 2
$10\bar{1}$: $20\bar{1}$	29 39 10	8	29 56 9	—16 59	29 54 22	—15 12
130 : $10\bar{1}$	78 11 30	2	78 9 53	1 37	78 13 59	— 2 29
010 : 021	45 14	1	45 8 21	5 39	45 9 39	4 21

Nach v. Rath's Constanten ist die Summe der Fehler, alle positiv genommen, = 220′ 58″, was einen mittleren Fehler von 8′ 50″ für die gemessenen 25 Kanten giebt; nach meiner Rechnung sind die entsprechenden Werthe = 163′ 25″, resp. 6′ 32″. Dieses Resultat ist gewiss nicht zufriedenstellend. Man würde freilich diese Fehler sehr verringern, wenn man die Winkel in der Zone der Orthopinakoide (Querflächen) ausschlösse. Aber ein solches Verfahren ist doch kaum zu rechtfertigen. Die Flächen der Orthopinakoide sind am Sanidin gewöhnlich sehr gut ausgebildet, und ihre Winkel sind es grade, welche den grössten Einfluss auf den Werth der Constanten β und $\frac{a}{c}$ haben.

3) Sanidin von Laach.

Aus Rath's Messungen erhält man die Constanten:

$$a : b : c = 0.64925 : 1 : 0.5517,$$
$$\beta = 63° 54'.$$

Winkel	gemessen	Zahl der Kanten	berechnet			
			Rath	Differenz	Strüver	Differenz
010 : 110	59° 46′ 19″	11	59° 46′	0′ 19″	59° 45′ 21″	0′ 58″
110 : $\bar{1}$10	60 26 41	11	60 28	— 1 19	60 29 18	— 2 37
010 : 130	29 46 15	2	29 46 4″	0 11	29 45 26	0 49
110 : 130	30 0 0	1	29 59 56	0 4	29 59 55	0 5
001 : 100	63 55 30	2	63 58 38	— 3 8	63 54 0	1 30
010 : $\bar{1}$11	63 22 15	4	63 23 33	— 1 18	63 20 51	1 24
001 : $\bar{1}$11	55 24 0	1	55 23 48	0 12	55 27 48	— 3 48
001 : 10$\bar{1}$	50 30 5	6	50 34 6	— 4 1	50 37 46	— 7 41
001 : $\bar{1}\bar{1}$0	112 17 30	7	112 16 30	1 0	112 20 14	— 2 44
001 : 130	77 23 0	1	77 25 8	— 2 8	77 23 16	— 0 16
001 : 20$\bar{1}$	80 49 30	2	80 30 58	18 32	80 36 44	12 46
10$\bar{1}$: 20$\bar{1}$	29 59 54	5	29 56 52	3 2	29 58 58	0 56
001 : 021	44 44 0	1	44 42 15	1 45	44 44 16	— 0 16
110 : 021	51 22 0	1	51 25 10	— 3 10	51 21 18	0 42
021 : 130	40 4 30	1	40 3 14	1 16	39 59 25	5 5
$\bar{1}$11 : 10$\bar{1}$	26 35 30	3	26 36 27	— 0 57	26 39 9	— 3 39
$\bar{1}$11 : $\bar{2}$01	39 27 15	2	39 13 14	14 1	39 16 23	10 52
110 : 10$\bar{1}$	68 58 30	3	68 58 0	0 30	68 58 57	— 0 27
110 : 20$\bar{1}$	45 17 0	5	45 18 20	— 1 20	45 17 57	— 0 57
20$\bar{1}$: 130	66 8 30	1	66 9 40	— 1 10	66 9 49	— 1 19

Die Fehlersumme beträgt nach Rath 59′ 23″, nach mir 58′ 51″; der mittlere Fehler für jede der 20 gemessenen Kanten wird demnach 2′ 58″, resp. 2′ 56″ 5. In dieser Beziehung erhalten wir also nur eine sehr geringe Verbesserung, doch ist zu bemerken, dass der Maximalfehler nach meiner Rechnung sich auf $^2/_3$ des von Rath erhaltenen reducirt, und dass sich die positiven und negativen Fehler bei mir bis auf einen positiven Rest von 11′ 23″ aufheben, während bei Rath's Rechnung ein positiver Rest von 22′ 21″ bleibt.

Fassen wir die obigen Resultate der Rechnung zusammen, so würden wir als mittlere Constanten für den Sanidin der 3 betrachteten Fundorte die folgenden Werthe haben:

	β	$a : b : c$
Laach	63° 54′	0.64925 : 1 : 0.5517
Latium	63° 57′,	0.6562 : 1 : 0.5522
Vesuv	64° 7′ 5,	0.6538 : 1 : 0.5526

v. Rath giebt:

	β	$a : b : c$
Vesuv	64° 0′ 32″,	0.65184 : 1 : 0.55273
Laach	63° 58′ 38″,	0.64854 : 1 : 0.55070

Kokscharow berechnet:

	β	$a : b : c$
Vesuv	63° 55′ 55″,	0.65401 : 1 : 0.55168

Vergleicht man diese Werthe untereinander und mit den für jeden einzelnen der 3 Albaner Krystalle berechneten, so ersieht man auf den ersten Blick, dass nicht nur unsere berechneten Mittelwerthe, sondern auch die von vom Rath und von Kokscharow aus der durchaus nöthigen Anzahl willkürlich gewählter Winkel berechneten Constanten gänzlich innerhalb der Grenzen fallen, welche die Variationen der Albaner Krystalle aufweisen. Mit anderen Worten, die Sanidinkrystalle Latiums variiren stärker untereinander, als die Mittelwerthe für verschiedene Fundorte. Und dasselbe Resultat erhält man für die Vesuvischen Krystalle, wenn man aus Rath's Messungen die Constanten der einzelnen Individuen berechnet. Die Laacher Krystalle variiren weit weniger untereinander, aber das erklärt sich eben sehr einfach dadurch, dass sie, wie vom Rath selbst angiebt, demselben Handstück entnommen wurden, also wahrscheinlich dieselbe Zusammensetzung hatten und unter denselben Umständen sich bildeten. Es scheint mir demnach sehr gewagt zu sein, besondere, krystallographisch verschiedene Sanidinvarietäten nach den Fundorten aufzustellen, wie etwa Laach-Sanidin und Vesuv-Sanidin.

Aus den oben angegebenen Ziffern folgt ferner, dass die mittleren Constanten für die verschiedenen Fundorte theils sehr wenig, theils stark verschieden sind. Das Verhältniss $\frac{c}{b}$ ist fast übereinstimmend an den 3 Fundorten, aber weit stärkere Variationen zeigen der Winkel β und das Verhältniss $\frac{a}{b}$. Ob diese letzteren Unterschiede nun der Wirklichkeit entsprechen, muss vorläufig unentschieden gelassen werden, denn aus einer Vergleichung der gemessenen und berechneten Winkel geht für alle 3 Fundorte hervor, dass die Anzahl der gemachten Beobachtungen nicht entfernt genügte, um zufriedenstellende Resultate zu erhalten. Namentlich in der Zone [010] stimmen Rechnung und Beobachtung sehr schlecht. Wir würden allerdings eine bessere Uebereinstimmung erhalten, wenn wir für die Flächen der Zone complicirte Symbole annehmen wollten. Das scheint mir aber kaum zulässig.

Die Thatsache, dass die Zone [010], trotz der ausgezeichneten Beschaffenheit ihrer Flächen, so bedeutende Störungen aufweist, lässt uns unwillkürlich an Tschermak's Feldspaththeorie denken und in ihr die Erklärung der Erscheinung suchen. Um aber darüber ins Klare zu kommen, müssten wir eine grössere Anzahl von Handstücken der verschiedenen Fundorte zur Verfügung haben, zahlreiche Krystalle jedes Handstückes genau messen, ihre mittleren Constanten berechnen, und sie dann einer genauen chemischen Analyse unterwerfen. Abgesehen von der Langwierigkeit einer solchen Arbeit dürfte die Beschaffung des nöthigen Materials mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden sein.

[illegible] Albaner Gebirge zu den seltenern Mineralien der [illegible]. Unter Tausenden von Auswürflingen, welche [illegible] sah oder sammelte, fand ich bis jetzt nur einen ein- [illegible] wesentlich aus Sanidin besteht. Einzelne Sanidinkrystalle [illegible] auch etwas häufiger in den aus andern Mineralien bestehen- [illegible] aber sie sind verhältnissmässig dort auch nur selten. Und [illegible] Schlusse kommen wir bei der Betrachtung der Handstücke [illegible] schen Sammlung, deren Anzahl sich auf mehrere Tausende [illegible]. In diesen wenigen, Sanidin führenden Blöcken ist das Mineral [illegible] Nephelin, Sodalith, Leucit, Amphibol, Pyroxen, Glimmer, braunem [illegible] schwarzem Granat, Idokras, Wollastonit und Magneteisen begleitet, von denen die eine oder andere Species oft ganz fehlt, oft vorherrscht.

Weit häufiger, und als wesentlicher Bestandtheil, kommt der Sanidin in gewissen losen Lavablöcken vor, welche ich in meinen »studii petrografici sul Lazio« beschrieben habe. In derselben Arbeit habe ich wahrscheinlich zu machen gesucht, dass der Sanidin in die Zusammensetzung mehrerer Varietäten von Sperone und grauer basaltischer Lava eintritt. Endlich dürfen nicht unerwähnt bleiben die Spaltungsstücke und grossen Krystalle von Sanidin, welche man, wenn auch bis jetzt nur sehr selten, in den Tuffen und losen Schlackenstücken findet. Eines dieser Spaltungsstücke fand ich selber in den Tuffen des »Fosso della Solfatara«, ein anderes, so wie einen ziemlich gut erhaltenen Krystall, welcher einem Schlackenstücke entnommen wurde, verdanke ich dem Herrn Ing. Di Tucci in Velletri. Die Stücke erinnern an das ähnliche Vorkommen von Rockeskyll in der Eifel. Sobald ich das nöthige Material zur Verfügung habe, werde ich die optische Untersuchung derselben mittheilen.

15. Titanit.

Krystallform und Farbe des Titanits von Latium sind vollständig denen des sogenannten Semelins vom Laacher See und vom Monte Somma ähnlich.

Die beobachteten Formen sind (Fig. 17):

Miller (orient. Descl.)	110	100	111	$\bar{1}11$	001
Naumann	Ꝑ∞	0*P*	$\frac{2}{3}$Ꝑ2	−2Ꝑ2	Ꝑ∞

An einem Kryställchen fand ich

	Descl. ber.
110 : 100 = 33° 15′ 20″ }	33° 15′
$1\bar{1}0$: 100 = 33° 9′ 40″ }	
111 : $1\bar{1}1$ = 43° 35′ (unsicher)	43° 48′

Ein zweites Kryställchen gab

110 : $11\bar{1}$ = 44° 4′ 40″	44° 7′

Bis jetzt fand ich den Titanit nur in den Auswürflingen:

1) von blassgrünem Sodalith (110), schwarzer Hornblende, Sanidin und Apatitnädelchen begleitet, in den Hohlräumen von Blöcken, welche wesentlich aus dunkelgrünem Pyroxen, braunem Glimmer, Olivin und Leucit bestehen (Albano);

2) in den Hohlräumen von Auswürflingen, welche aus Pyroxen, Glimmer und grauem Hauyn zusammengesetzt sind (Albaner See).

16. Idokras.

Der Idokras gehört zu den schon seit langer Zeit in Latium aufgefundenen Mineralien. Brocchi erwähnt denselben im Peperino von Palazzuolo, wo er ihn »derb von honiggelber Farbe, im Gemenge mit Kalkspath und grünem Glimmer« fand, und am Fuss des Tusculum »derb und krystallisirt, von gelblich-brauner Farbe«. Auch Riccioli kannte das Mineral, wie aus den von ihm geschriebenen Etiquetten seiner Sammlung hervorgeht. Spada zählt 1845 den Idokras zu den schon lange im Albaner Gebirge bekannten Mineralien. Aber bis jetzt hatten wir nur wenige und sehr unvollständige Nachrichten über die Krystallform. Zepharovich erwähnt unter den zahlreichen Idokrasfundorten die Latinerberge nicht; vom Rath spricht nur beiläufig von einem Idokraskrystall der Römischen Sammlung, welcher die Combination (110) (100) (001) (111) (101) ($hk0$) pqr) zeigte *).

Die Untersuchung der von Riccioli, Spada, von mir und Anderen gesammelten Krystalle beweist, dass, wenn auch der Idokras in Latium selten ist, er doch an Schönheit und Formenreichthum dem vom Monte Somma, welcher auf ähnlicher Lagerstätte vorkommt, kaum nachsteht.

Ich fand die folgenden einfachen Formen:

Miller	001	110	100	310	210	113	111	331	101	201	211
Naumann	$0P$	∞P	$\infty P\infty$	$\infty P3$	$\infty P2$	$\frac{1}{3}P$	P	$3P$	$P\infty$	$2P\infty$	$2P2$
	311	511	421	312							
	$3P3$	$5P5$	$4P2$	$\frac{3}{2}P3$							

Diese Formen sind sämmtlich an den Sommakrystallen bekannt, nicht ausgenommen (201) und (511), von denen die erstere nur von der Somma citirt wird, während die letztere ausserdem auch einmal an einem Krystall von Egg in Norwegen bestimmt wurde. Dagegen fehlen in Latium bis jetzt die Formen (112) (221) (302) (301) (423) unter denen von der Somma bekannten. Doch wird hierdurch die grosse Aehnlichkeit der beiden Vor-

---

*) vom Rath giebt als Fundort einen Monte Soziale beim Monte Cavo an. Ein Berg dieses Namens existirt nicht in Latium. Offenbar hat v. Rath die Etiquette nicht richtig gelesen. Das Stück unserer Sammlung, auf welches sich ohne Zweifel seine Angaben beziehen, trägt den Fundort: Monte Laziale = Monte Cavo.

kommnisse nicht beeinträchtigt, welche weit auffallender ist, als die der Latialkrystalle mit denen der nicht vulkanischen Lagerstätten.

Aus Zepharovich's zahlreichen Beobachtungen folgt nicht nur, dass die krystallographischen Constanten des Idokrases sich nach den Fundorten ändern, sondern dass sie selbst an einem und demselben Orte innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken. Zepharovich wies dies namentlich an den Sommakrystallen nach. Es war nicht ohne Interesse, die Albaner Krystalle ebenfalls auf diese Erscheinung hin zu untersuchen. Obgleich mir kein sehr reichhaltiges Material zu Gebote stand, habe ich doch eine möglichst grosse Anzahl von Messungen ausgeführt.

Es wurden untersucht:

1) 2 durchsichtige, honiggelbe Kryställchen, welche demselben Block entnommen waren;

2) 5 schwarze, in dünnen Splittern mit olivengrüner oder brauner Farbe durchsichtig werdende Krystalle, welche von ein und demselben Blocke, wenn auch von verschiedenen Handstücken, stammen.

1) Durchsichtige, honiggelbe Krystalle.

Die beiden gemessenen Individuen zeigen, das eine die Combination Fig. 18 mit sämmtlichen 15 oben aufgeführten Formen, das andere, die Combination 001, 100, 110, 210, 111, 113, 331, 101, 311, 511, 312. In nachfolgender Tabelle sind die Resultate der Untersuchung angegeben.

Winkel	gef.	Grenzen der Beob.	Zahl d. K.	ber. aus a:c=1:0.5372	diff. Beob.-Rechn.
111 : 113	23° 3′ 3/4	23° 2′25″ — 23° 5′	2	23° 0′ 3/4″	3′
111 : 110	52 46 3/4	52 45 33 — 52 53 3″	5	52 46 1/2	0 1/4
111 : 101	25 14	25 5 20 — 25 21 30	3	25 19 1/2	—5 1/2
111 : 100	64 39 1/4	64 22 23 — 64 55 50	10	64 40 1/2	—1 1/4
101 : 100	61 44 3/4	61 43 25 — 61 46 17	2	61 45 1/4	—0 1/2
111 : 331	29 5 3/4	29 4 37 — 29 6 57	2	29 5 1/4	0 1/2
110 : 331	23 43 1/2	23 38 37 — 23 48 27	2	23 41 1/2	2
100 : 511	22 57 3/4	22 52 45 — 23 1 30	3	22 55	2 3/4
511 : 311	12 13	12 12 50 — 12 13 20	3	12 14 1/2	—1 1/2
311 : 111	29 28 1/2	29 26 30 — 29 31	4	29 31	—2 1/2
111 : 312	16 47 3/4	——	1	16 49 3/4	—2
210 : 100	26 30 35	26 17 — 26 38	6	26 33 54	—3 19
210 : 110	18 23 56	18 1 — 18 49	8	18 26 6	—2 10

Die wahrscheinlichsten Constanten, welche aus den ersten 37 Kanten, oder 11 Winkeln sich ergeben, sind: $a : c = 1 : 0.537232$. Der Werth für c differirt von dem, welchen Zepharovich für einen Theil der Sommakrystalle berechnet 0.537199, nur um 0.000033, ein Unterschied, welcher den Winkel 110 : 111 nur um 6″ verändern würde, also wohl zu vernachlässigen ist. Wir dürfen demnach wohl für die fraglichen Krystalle

Latiums die Constanten $a : c = 1 : 0.5372$ annehmen, wie in obiger Tabelle geschehen ist.

2) Schwarze Krystalle.

Sehr verschieden ergeben sich die Constanten der zweiten Varietät, welche in säulenförmigen Krystallen von schwarzer oder schwarzbrauner Farbe vorkommt, die aber in dünnen Splittern mit olivengrüner oder bräunlicher Farbe durchsichtig werden. Es folgt nämlich aus den an 5 Individuen angestellten Messungen das Verhältniss $a : c = 1 : 0.5278$. Nachfolgende Tabelle giebt die Resultate der Beobachtung und Rechnung.

Winkel	gef.	Grenzen der Beob.	Zahl d. K.	ber. aus a:c :: 1:0.5278	diff. Beob.-Rechn.
111 : 331	29° 8′ 33″	29° 3′57″ — 29°13′57″	8	29° 11′ 49′	— 3′ 16″
110 : 331	24 4 42	23 58 57 — 24 14 20	9	24 3 52	0 50
111 : $\overline{1}$11	73 30 13	——	1	73 28 38	1 35
100 : 101	62 9 37	62 8 43 — 62 11 23	3	62 10 30	— 0 53
113 : 111	22 47 10	22 45 10 — 22 49 10	2	22 46 0	1 10
001 : 101	27 48 10	——	1	27 49 30	— 1 20
101 : 111	25 1 37	25 1 30 — 25 1 44	2	25 1 19	0 18
001 : 111	36 46 39	36 37 47 — 36 55 20	3	36 44 19	2 20
111 : 110	53 19 8	53 10 — 53 25 33	3	53 15 41	3 27
100 : 111	65 0 58	64 51 30 — 65 16 0	5	64 58 41	2 17
113 : 001	14 2 53	13 49 17 — 14 16 30	2	13 58 19	4 34

Das Verhältniss 1 : 0.5278, welches aus sämmtlichen 39 Kanten oder 11 Winkeln abgeleitet wurde, verdient jedenfalls mehr Vertrauen als der Werth, welchen man für einen einzelnen Krystall erhalten würde. Um jedoch die Unterschiede zwischen beiden Rechnungsweisen in unserm Falle festzustellen, war es nöthig, die Krystalle, an denen in möglichst viel Oktanten sich die Winkel genau messen liessen, einzeln zu berechnen. Nur eins der 5 Individuen, ein Krystall von den Dimensionen $2^{mm}5 : 2^{mm} : 2^{mm}$, und der Combination sämmtlicher 15 Formen, (113) ausgenommen, eignete sich zur Untersuchung. Es konnten an demselben in 5 Oktanten genaue Messungen vorgenommen werden.

Ich fand:

111 (p) : 331 (t)

$p_1 : t_1$ sup.	$p_2 : t_2$ sup.	$p_3 t_3$ sup.	$p_4 t_4$ sup.
29° 4′ 15″	29° 10′	29° 4′ 23″	29° 10′ 13″

331 (t) : 110 (m)

$t_2 : m_2$ sup.	$t_3 : m_3$ sup.	$t_3 : m_3$ inf.	$t_4 m_4$ sup.
24° 5′ 27″	24° 6′ 10″	24° 6′ 7″	23° 58′ 57″

$p_3 : p_1$ sup. = 73° 30′ 13″.

Aus diesen Winkeln erhält man $a : c = 1 : 0.528121$, welcher Werth für c von dem obigen $= 0.5278$, aus allen Messungen abgeleiteten, um 0.000321 differirt. Die Winkel, welche man aus $c = 0.528121$ für in demselben Oktanten gelegene Flächen ableitet, differiren von den aus $c = 0.5278$ berechneten, im Maximum, nur wenig mehr als 1 Minute.

Winkel	beob.	Zahl d. K.	ber. aus c = 0.528121 (1)	diff. Beob.-Rechn.	ber. aus c = 0.5278 (2)	diff. Rechn. (1)—R. (2)
111 : 331	29° 7′ 24″	4	29° 11′ 36″	— 4′ 12″	29° 11′ 49″	— 0′ 13″
331 . 110	24 4 10	4	24 3 5	1 5	24 3 52	— 0 47
111 : $\bar{1}\bar{1}1$	73 30 13	1	73 30 37	— 0 24	73 28 38	1 59

Aus den für obigen Krystall gefundenen Winkelwerthen ergiebt sich noch:

1) dass homologe Winkel auch an ein und demselben Individuum beträchtlich schwanken,

2) dass, wenn die Winkel (111 : 331) für die Breithaupt'sche Hypothese sprechen, nach welcher die Winkel einer einfachen Idokrasform nach gewissen Gesetzen variiren sollen, die übrigen Winkel (331 : 110) einer solchen Annahme entschieden widersprechen. Das sind dieselben Schlüsse, zu denen schon Zepharovich durch seine zahlreichen Messungen geführt wurde.

Die interessanteste Thatsache, welche übrigens aus meinen Untersuchungen an dem schwarzen Idokras von Latium folgt, ist, dass die für diese Varietät geltenden Constanten um eine nicht geringe Grösse ausserhalb der Grenzen fallen, welche Zepharovich für die verschiedenen Vorkommnisse, welche er untersuchte, aufgestellt hat. Nach ihm schwankt das Verhältniss $a : c$ innerhalb der Grenzen $1 : 0.537541$ und $1 : 0.535104$, während ich für den schwarzen Idokras von Latium $a : c = 1 : 0.5278$ fand. Dass diesen krystallographischen Unterschieden chemische entsprechen, ist wohl ziemlich wahrscheinlich, doch würde, um darüber entscheiden zu können, eine ähnliche umfassende, krystallographische und chemische Untersuchung nöthig sein, wie wir sie oben beim Sanidin angedeutet haben. Eine Analyse unserer schwarzen Varietät konnte noch nicht unternommen werden, da es noch an zureichendem, reinem Material fehlt.

Ausser den beiden oben beschriebenen Idokrasvarietäten kenne ich noch zwei andere im Albaner Gebirge, die sich aber nur sehr ungenau messen lassen. Es sind dies: 1) Krystalle von hell honiggelber Farbe, welche zahlreiche kleine Rhombendodekaeder von gelbem, etwas orangefarbenem Granat einschliessen, und 2) grosse braungelbe bis olivengrüne Krystalle, welche zahlreiche Krystalle grünen Pyroxens (Fassait) einschliessen. Diese hellgelben Krystalle sind zwar sehr glänzend, aber ihre

Flächen sind so uneben, dass sie zahlreiche, weit von einander entfernte Bilder reflectiren, wodurch die Messungen bis auf mehr als 1 Grad unsicher werden. An dem besten dieser Krystalle fand ich:

$\bar{1}01 : 101$	$= 56^\circ 59' 20''$		$111 : 101$	$= 24^\circ 57'$	$24^\circ 52' 20''$
$\bar{1}01 : 001$ (a)	$= 28^\circ 10' 50''$	$28^\circ 29' 40''$	$1\bar{1}1 : 101$	$= 24^\circ 47' 40''$	
$\bar{1}01 : 001$ (b)	$= 28^\circ 57' 50''$				
$101 : 001$ (b)	$= 28^\circ \ 1' 30''$				
$101 : 001$ (a)	$= 28^\circ 48' 30''$				

Aus dem Winkel 101 : 001 würde für c ein grösserer Werth sich ergeben, als für den grünen Idokras von der Mussa (Maximalwerth von c), während aus dem Winkel 111 : 101 für c ein Werth folgt, kleiner als der für den schwarzen Idokras von Latium berechnete Minimalwerth. Dergleichen Resultate deuten offenbar auf bedeutende Störungen in der Krystallisation und machen jeden Versuch unnütz, die Constanten der fraglichen Varietät zu berechnen. Die braungelbe Abänderung eignet sich noch weniger zu genauen Messungen.

Der Idokras findet sich im Albaner Gebirge nur unter den Auswürflingen:

1) In losen, ringsum ausgebildeten Krystallen von schwarzer oder schwarzbrauner Farbe. (Aschen- und Lapillischichten des Campo di Annibale, der unterhalb Albano sich ausdehnenden Ebene etc.) Unsere Sammlung besitzt einzelne Krystalle (25 mm : 15 mm : 15 mm), in denen die Formen (111) (110) (101) herrschen, andere (18 mm : 23 mm : 23 mm), in denen die Formen (001) (100) (110) vorherrschend entwickelt sind.

2) In schwarzen oder schwarzbraunen Krystallen, welche mit grauem oder blaulichem Hauyn, Wollastonit, gelbbraunem Granat, Pyroxen (Fassait) und hellgrünem Glimmer die Hohlräume von Auswürflingen auskleiden, die aus einem Gemenge von Hauyn, Pyroxen, Idokras, Leucit und hell- und dunkelgrünem, metallisch glänzendem Glimmer bestehen. Nicht selten schliessen diese Blöcke scharfkantige oder rundliche Bruchstücke von dolomitisirtem Kalkstein ein. Es sind dies die Krystalle, welche die grösste Mannichfaltigkeit der Combinationen zeigen, von denen einer in Fig. 18 dargestellt wurde. (Peperino von Albano, Pozzolaneschichten von Galloro).

3) In schwarzen Krystallen (wie 2), welche mit gelbem Granat (110) (211) auf derbem Granat derselben Farbe aufsitzen.

4) In unvollständigen Krystallen und körnigen Massen von braungelber Farbe, welche mit weissem, späthigem Calcit und hellgrünen Glimmerblättern gemengt sind. Die Blöcke finden sich im Peperino.

5) In grossen Krystallen (32^{mm} : 17^{mm} : 17^{mm}) von gelbbrauner Farbe, welche grünen Pyroxen (Fassait) einschliessen, in Blöcken, welche wesentlich aus körnigem Idokras und hellgrünem Glimmer bestehen.

6) In Krystallen und körnigen Massen von kolophoniumgelber Farbe, mit hellgelblichem, fast weissem Granat und hellgrünem Pyroxen (Fassait).

7) In durchsichtigen Kryställchen von dunkelhoniggelber Farbe, mit dunkelgrünem Glimmer.

8) In ebensolchen Kryställchen, in Blöcken aus Calcit und hellgrünem Glimmer.

9) In ebensolchen Kryställchen, mit braunem Granat (110) (211) und grünem Pyroxen, in Blöcken aus Calcit und hellgrünem Glimmer.

10) In ebensolchen Kryställchen, mit braunem Granat (110) (211), Nephelin, Leucit, Pyroxen, Wollastonit.

11) In hellgelben Krystallen, welche kleine Rhombendodekaëder von gelbem Granat einschliessen. Die Krystalle sind offenbar von einem Auswürfling abgebrochen, man sieht aber nicht mehr, welches die begleitenden Mineralien waren.

Die Thatsache, dass der Idokras des Albaner Gebirges, wie der des Monte Somma, verschiedene krystallographische Constanten aufweist, je nach der Varietät, während die Idokrase anderer Fundorte, wie der grüne von der Mussa, der braune von der Corbassera im Alathale etc., diese Erscheinung nicht bieten, scheint vielleicht auf den ersten Blick etwas auffällig, erklärt sich aber doch leicht und einfach dadurch, dass wir es an den Fundorten der Alpen etc. immer nur mit einer einzigen Lagerstätte zu thun haben, in der alle Krystalle sich so ziemlich unter denselben Umständen bildeten, während in Latium und am Monte Somma die verschiedenen Varietäten sich wohl jetzt in denselben Lapilli-, Tuff- und Peperinoschichten finden, aber immer in losen und zerstreuten Blöcken, welche sich sehr wahrscheinlich unter etwas verschiedenen Umständen bildeten, bevor sie vom Vulkan ausgeschleudert wurden. Darauf deutet auch die Verschiedenheit der Mineralien hin, welche den Idokras in den einzelnen Blöcken begleiten.

XX. Studien über den Leucit.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Mit Tafel XI u. XII.)

Die Aufmerksamkeit der Mineralogen ist durch die bekannte Abhandlung des Herrn Hirschwald »Zur Kritik des Leucitsystems« sowie die sich daran anknüpfende Debatte zwischen dem genannten Forscher und Herrn vom Rath im »Jahrbuch für Mineralogie etc.« neuerdings wiederum auf den Leucit gelenkt worden. Während Herr v. Rath von den aufgewachsenen, unzweifelhaft quadratischen Krystallen ausgehend, den Leucit überhaupt für quadratisch zu halten geneigt ist, stellt Herr Hirschwald die rauhflächigen eingewachsenen, äusserlich theilweise isometrisch erscheinenden Krystalle in den Vordergrund und hält die aufgewachsenen ebenfalls für regulär, wenn auch mit abweichenden, durch »polysymmetrische Entwickelung« bedingten Winkelverhältnissen. Hr. Hirschwald glaubt weder in der offenbaren Zwillingsnatur noch in den optischen Verhältnissen, auch nicht in den ausserordentlich schwankenden Winkelwerthen der eingewachsenen Krystalle (selbst an einem und demselben Individuum) einen Beweis gegen das reguläre und für das quadratische System erblicken zu müssen, obschon es ziemlich nahe liegt, gerade die letzteren Anomalien durch vielfache, dabei häufig auf die verschiedenen Flächen desselben Krystalles ungleichmässig vertheilte Zwillingsbildung parallel den Flächen der ersten spitzeren Pyramide zu erklären. Eine solche Zwillingsbildung ist aber bei wirklich regulären Körpern nicht möglich, was bekanntlich Herrn vom Rath auf die Entdeckung der quadratischen Natur der aufgewachsenen Leucite geführt hat.

Das Interesse für die vorliegende Streitfrage, bei der es sich um manches Princip handelt, was mit zur Grundlage unserer heutigen krystallographischen Anschauungen gehört, veranlasste mich, die Methode der Aetzung auf beide Leucitvorkommnisse anzuwenden, einmal, um wo mög-

lich aus der Symmetrie der einzelnen Aetzeindrücke auf den verschiedenen Flächen Anhaltspunkte zur sicheren Beurtheilung des Krystallsystems zu gewinnen, dann auch, um in ähnlicher Weise, wie es Leydolt beim Quarz und Aragonit gethan, weitere Klarheit in die Zwillingsverwachsungen des Leucits zu bringen. Wichtig erschien mir in dieser Hinsicht namentlich auch die Frage, ob, wie Herr Hirschwald annimmt, die Zwillingsbildung als vollzählig dodekaëdrische oder nur als pyramidale aufzufassen, resp. zu erklären sei.

Das Material zu meinen Versuchen erhielt ich theilweise von Herrn v. Rath, welcher die Güte hatte, mir einige aufgewachsene Krystalle von einem Kalkauswürfling des Vesuvs zu überlassen, theils von Hrn. Zirkel, welcher mir mehrere eingewachsene Leucite freundlichst übersandte, theils endlich benutzte ich Krystalle meiner eigenen Sammlung. Im Folgenden werde ich zunächst die Resultate der Aetzung aufgewachsener, sodann diejenigen der Untersuchung eingewachsener Leucite mittheilen, um schliesslich die von mir daraus gezogenen allgemeineren Schlüsse zusammenzustellen.

1. Aufgewachsene Leucite.

An diesen glattflächigen Krystallen erhielt ich durch kurzes Aetzen mit Flusssäure (in wässriger Lösung) freilich keine scharf begrenzten einzelnen Vertiefungen, indem dieselben vielmehr so unvollkommen ausgebildet waren, dass ein weiterer Schluss hinsichtlich der Natur der Flächen, auf welchen sie auftraten, daraus nicht gezogen werden konnte, die Zwillingslinien hingegen traten schon nach ganz kurzer Einwirkung des Aetzmittels mit überraschender Schärfe und in ausserordentlich grosser Menge zu Tage. Manchmal liegen sie dicht gedrängt zu Hunderten neben einander und erzeugen durch ihre verschiedene Lage auf der betreffenden Fläche einen moiréeartigen Schimmer. Unter dem Mikroskop erst enthüllt sich dem Auge die ganze Mannigfaltigkeit dieser Bänder und Linien, und es ist dann auch erst bei mikroskopischer Betrachtung möglich, die Beziehungen derselben zu den Flächen des Krystalles und zu einander mit Sicherheit festzustellen. Manche Schwierigkeit, welche uns bei der Beobachtung mit blossem Auge oder der Lupe entgegentritt, wird erst überwunden durch die Untersuchung mit Hülfe des Mikroskops. Ich habe namentlich an zwei Krystallen die Verzwilligungen bis ins Einzelne verfolgt und in Fig. 1—3 dargestellt. Die Zeichnung dieser complicirten Gebilde ist eine äusserst mühsame und zeitraubende Arbeit, weshalb ich mich dabei auf zwei Krystalle beschränkte. Indess treten an denselben wohl fast alle nur denkbaren Fälle von Verwachsungen auf, so dass sie, wie ich glaube, für den vorliegenden Zweck vollkommen ausreichend sein werden. Ehe ich

zur Besprechung der beiden erwähnten Krystalle übergehe, mag noch daran erinnert sein, dass nach dem v. Rath'schen Gesetze bei primärer Zwillingsbildung auf den Pyramidenflächen ein- resp. ausspringende Winkel bildende Lamellen in drei Richtungen, parallel der symmetrischen Diagonale und den beiden Combinationskanten mit der ditetragonalen Pyramide, auf der letzteren in zwei Richtungen, parallel der fast symmetrischen Diagonale und der Combinationskante mit der primären Pyramide, auftreten können. Die Streifen parallel der symmetrischen Diagonale auf den Pyramiden-, sowie parallel der fast symmetrischen Diagonale auf den Flächen der ditetragonalen Pyramide können jedoch von zweierlei Lamellen herrühren; auf den letzteren Flächen können dann noch Lamellen parallel der unsymmetrischen Diagonale eingeschaltet sein, welche indess auf der betreffenden Fläche selbst in deren Ebene fallen. Alle diese Verhältnisse, sowie die Richtung, in welcher die Zwillingsgrenzen sich auf den benachbarten Flächen fortsetzen, werden am besten klar, wenn man sich eines einfachen Ikositetraëder-Modelles bedient, an welchem man die Lage der einzelnen Zwillingsebenen, der Flächen der ersten spitzeren Pyramide $2P\infty = (201)$, etwa durch Bleistiftstriche markirt hat. Bei primärer Zwillingsbildung dürfen Zwillingslinien parallel der stumpferen Polkante auf den Flächen der ditetragonalen Pyramide, sowie parallel der unsymmetrischen Diagonale auf den Flächen von $P = (111)$, nicht auftreten. Indess sei hier gleich bemerkt, dass dies dann leicht möglich ist, wenn secundäre Zwillingsbildung eintritt, d. h. wenn sich den Zwillingslamellen erster Ordnung selbst wieder Zwillingslamellen ein- oder anlagern. Dies ist denn auch häufig der Fall, wie schon Hr. vom Rath beobachtete. Es handelt sich dann in jedem einzelnen Falle darum, nachzuweisen, dass diese Lamellen in der That als solche zweiter Ordnung aufgefasst werden können, also nicht erster Ordnung zu sein brauchen. Gelingt ein solcher Nachweis, so ist wenigstens zunächst für die aufgewachsenen Krystalle kein Grund vorhanden, von vollständiger dodekaëdrischer Zwillingsbildung zu sprechen. Das Mikroskop lässt nun aber kaum einen Zweifel an der vollen Berechtigung der Annahme einer nur pyramidalen Zwillingsbildung übrig.

a) Erster Krystall (Fig. 1).

Fig. 1 stellt ein Bruchstück eines aufgewachsenen Krystalls mit den Zwillingslinien dar, welche nach kurzem Aetzen mit Flusssäure u. d. M. sichtbar waren. Aus controlirenden Messungen ergab sich die Bezeichnung der Flächen als tetragonale (o) oder ditetragonale Pyramidenflächen (n), sowie, dass nur zwei o-Flächen, hingegen sechs n-Flächen mehr oder weniger vollständig noch vorhanden waren. Zur Orientirung möge der beigezeichnete vollständige Krystall dienen. Bei der mikroskopischen Untersuchung wandte ich 100malige Vergrösserung an.

flächen in die Ebene der betreffenden n-Fläche fallen und selbst wieder n-Flächen sind, auch unter dem Mikroskop sehr leicht übersehen, da sie in gleicher Weise wie die eigentliche Fläche von dem Aetzmittel angegriffen werden und demnach auch mit jener stets dasselbe Niveau behalten. An die secundären Streifen parallel der fast symmetrischen Diagonale legen sich auf n_5 noch bei h solche an, welche parallel der Kante n_5/n_4, also in einer bei primärer Zwillingsbildung nicht möglichen Richtung verlaufen. Will man nicht, was mir der Wahrheit nicht zu entsprechen scheint, die Furche h als primäre Zwillingslinie resp. Lamelle und jene Streifen als von ihr ausgehend, also als secundär betrachten, so kommt man zu der Ansicht, dieselben seien auf tertiäre Zwillingsbildung zurückzuführen. Die anliegenden secundären Streifen parallel der fast symmetrischen Diagonale gehen nämlich auf n_5 in eine o-Fläche aus, so dass die Richtung der tertiären Streifen vollkommen ihre Erklärung findet.

Auf n_4 erscheinen namentlich Linien oder ganze Liniensysteme parallel den beiden Diagonalen. So parallel der unsymmetrischen Diagonale bei ε, v, δ und π, parallel der fast symmetrischen (in der Richtung der Kante n_2/n_4) ebenfalls bei ε, v, δ, sowie bei g, β und links oben bei s, s. Indess sind auch hier primäre und secundäre Lamellen zu unterscheiden. Primäre parallel der nicht symmetrischen Diagonale treten in ziemlicher Breite bei ε, v und δ auf. Sie selbst beherbergen wieder secundäre Linien parallel der fast symmetrischen Diagonale. Die Grenzen der parallel der unsymmetrischen Diagonale eingeschalteten Lamellen sind auch hier theilweise sehr schwer zu ermitteln, wahrscheinlich dürften diese Lamellen noch einen bedeutend grösseren Theil von n_4 einnehmen, als die Figur ersichtlich macht. Die Linien bei π scheinen primär zu sein, diejenigen bei r hingegen, welche auf n_4 sowohl wie auf n_1 parallel der fast symmetrischen Diagonale verlaufen, sind als secundäre zu betrachten, in derselben Weise, wie die gleichgerichteten Liniensysteme bei ε, δ und v. Hierbei ist die primäre Lamelle sowohl auf n_4 als auf n_1 unregelmässig begrenzt und endigt auf beiden in einer n-Fläche. Dort, wo die Streifen bei π absetzen, finden wir eine deutliche Zwillingslinie mit einspringendem Winkel parallel der fast symmetrischen Diagonale, jenseits welcher sich auf der angelagerten breiteren Zwillingslamelle secundäre Streifen parallel n_4/n_5, sowie bei β solche parallel n_2/n_4 befinden. Auch bei γ in der durch den Pfeil bezeichneten Richtung der Combinationskante von n_4 mit der im nämlichen Oktanten liegenden o-Fläche zeigt sich eine primäre Zwillingslinie mit einspringendem Winkel, jenseits welcher sich die in einer o-Fläche endigende Zwillingslamelle befindet. Letztere setzt sich auf n_1 parallel der fast symmetrischen Diagonale gleichfalls mit einer o-Fläche fort und zeigt sich sowohl auf n_4 wie auf n_1 mit verschieden gerichteten, ihrer Lage nach leicht erklärbaren, secundären Linien bedeckt. Schliesslich finden wir noch bei

x secundäre Streifen parallel der unsymmetrischen Diagonale auf der in einer n-Fläche endigenden (schon oben erwähnten) unregelmässig begrenzten primären Zwillingslamelle, sowie bei f und u secundäre Linien parallel der fast symmetrischen Diagonale, welche zwei primären breiten Streifen parallel der unsymmetrischen Diagonale eingelagert sind.

Es ergiebt sich aus obiger Beschreibung, welche freilich zum vollkommenen Verständniss die gleichzeitige Betrachtung des erwähnten Modelles oder doch der vom Rath'schen Zeichnungen erfordert, dass die auf Krystall I auftretenden Zwillingslinien resp. breiteren Streifen sich sämmtlich ungezwungen durch das vom Rath'sche Zwillingsgesetz erklären lassen. Dies in Verbindung mit der Thatsache, dass die o-Flächen sich schon durch ihr abweichendes Verhalten gegen das Aetzmittel von den n-Flächen unterscheiden, lässt wohl keinen Zweifel an der wirklich quadratischen Natur zunächst der aufgewachsenen Leucite übrig. Indess hielt ich es für geboten, noch einen zweiten geätzten aufgewachsenen Krystall eingehender zu beschreiben.

b) Zweiter Krystall.

An diesem Krystalle, dessen erhaltene Seite in Fig. 3 dargestellt ist, während er mit der anderen Seite aufgewachsen war, befinden sich die einzelnen Flächen ziemlich im Gleichgewicht. Auch hier wurde die Bezeichnung derselben aus controlirenden Messungen abgeleitet und mit den im Folgenden zu schildernden Erscheinungen in vollkommener Uebereinstimmung gefunden. Was zunächst den durch Aetzen hervorzurufenden Unterschied zwischen der Beschaffenheit der o- und n-Flächen angeht, so zeigt sich derselbe ebenso wohl bei diesem Krystalle wie bei Krystall I. Auch hier sind die o-Flächen bedeutend glänzender geblieben als die Flächen der ditetragonalen Pyramide, was natürlich auch für die eingelagerten Zwillingslamellen, die entweder in eine o- oder n-Fläche ausgehen, gilt.

Beginnen wir mit n_1, so sehen wir dort oben rechts eine eingeschaltene Zwillingslamelle parallel derjenigen Fläche der spitzeren Pyramide $2P\infty$, welche n_1 zunächst liegt. Diese Lamelle endigt auf n_1 mit einer o-Fläche, wodurch die Lage der auf ihr auftretenden secundären Lamellen erklärlich wird. Neben mehreren anderen Lamellen resp. Linien parallel der fast symmetrischen Diagonale (welche sich zum Theil auf n_2 parallel n_2/o_1 fortsetzen) fällt eine derartige Lamelle links unten auf, die auf n_5 ebenfalls in der Richtung der fast symmetrischen Diagonale weitergeht und sich auf n_6 wiederum in dieser Richtung an ein primäres Liniensystem parallel n_6/o_3 anlehnt. Diese Lamelle, welche auf den ersten Blick als primär betrachtet werden könnte und dann den vom Rath'schen Gesetze widersprechen würde, lässt sich als secundär auffassen, wenn man sie als abhängig von den dicht benachbarten vorerwähnten Linien auf n_6

ansieht. Letztere endigen auf n_6 in einer o-Fläche, von welcher aus sich die secundäre Lamelle über n_6, n_5 und n_1 hinzieht und dabei auf n_5 und n_1 ebenfalls wieder in eine o-Fläche ausgeht. Letzterer Umstand erklärt auch die auf der secundären Lamelle erscheinenden tertiären Streifen parallel n_5/o_3. Das bei weitem wichtigste Lamellensystem dieses Krystalles ist dasjenige, welches auf n_2 parallel n_2/o_1 anhebt und sich über n_3, n_4 und n_8 fortzieht*). Dasselbe besteht aus einer Reihe breiter Bänder mit deutlichem, an der oberen Seite befindlichem einspringendem Winkel, welche sich nur rechts auf n_2 in eine Menge einzelner paralleler Linien gleicher Richtung auflösen. An dieser Stelle werden auch die breiteren Bänder theilweise von anderen gleichfalls primären Linien parallel der fast symmetrischen Diagonale von n_2 durchsetzt, wobei namentlich beim Einspiegeln die ursprünglichen Streifen noch deutlich hervortreten. Die Linien parallel n_2/o_1 setzen sich auf n_1 (desgleichen auf n_6) theilweise parallel der fast symmetrischen Diagonale, sowie auf n_5 in der Richtung der unsymmetrischen Diagonale fort. Auf o_1 behalten sie dieselbe Lage bei wie auf n_2. Die auf n_2 auftretenden Linien parallel der fast symmetrischen Diagonale gehen auf n_8 und o_3 parallel n_8/o_3 und auf n_5 in der Richtung der fast symmetrischen Diagonale weiter, wie es das Zwillingsgesetz erfordert. Die oben erwähnten breiten Lamellen parallel derjenigen Zwillingsebene, welche die Ecke n_8 n_7 o_3 o_4 abstumpft, lassen auf n_2 und n_3, wo sie in eine o-Fläche endigen, recht deutlich den Unterschied zwischen den glatteren geätzten o-Flächen und den weniger glatten n-Flächen erkennen, falls sie nicht selbst wieder mit dichtgedrängten secundären Zwillingslinien bedeckt sind. Letztere finden sich links auf n_3 parallel n_3/n_4, desgleichen in derselben Richtung auf n_4. Auf n_3 selbst erscheinen noch primäre Linien parallel der fast symmetrischen Diagonale. Recht wichtig sind auch die Zwillingslamellen, welche auf n_2, n_3, o_1 und o_2 an der gemeinschaftlichen Ecke auftreten. Die von ihnen umrahmte Ecke selbst gehört vollständig einem Zwillingsindividuum an; dieses Verhältniss giebt sich in der mikroskopischen Beschaffenheit der componirenden Flächentheile zu erkennen. In der Figur ist dies auch durch die Buchstabenbezeichnung angedeutet: n' und n' sind rauh, während o' und o' glatt sind; anderseits erscheinen o_1 und o_2 glatt, n_2 und n_3 hingegen rauh. Die auf $o'o'$ auftretenden secundären Linien lassen sich nun auch leicht deuten. Unten (auf n_2 und n_3) wird die Ecke von einer der früher erwähnten Lamellen durchschnitten. Schliesslich sei noch bemerkt, dass die noch nicht erwähnten Zwillingsstreifen auf o_1 und o_2, sowie diejenigen auf o_3, o_4 und

---

*) Auf n_8 sind die Zwillingslamellen der grösseren Deutlichkeit halber nur schematisch und ganz schwarz gezeichnet, wie auch die Lamellen auf n_4 in Fig. 3 nur im Allgemeinen wiedergegeben sind. Dafür erscheinen diese beiden Flächen in Fig. 2 besonders abgebildet.

n_7 sämmtlich primärer Natur und demnach ihrer Lage nach leicht zu erklären sind.

Gehen wir nun zur Fig. 2 über, wo die Flächen n_4 und n_8 in einer Ebene liegend gezeichnet sind. Auf n_4 setzen sich dort die von n_3 übertretenden breiteren Zwillingslamellen parallel der fast symmetrischen Diagonale fort. Sie endigen theilweise auf n_4, indem sie daselbst spitz zulaufen, theilweise gehen sie auf n_8 parallel der unsymmetrischen Diagonale weiter. Auf n_4 sowohl wie auf n_8 gehen sie in eine n-Fläche aus, die auf n_8 zudem mit dieser selbst in ein Niveau fällt. Zwischen den breiteren Lamellen auf n_4 liegen feinere primäre Lamellen, theils parallel der Kante n_4/o_2, theils parallel der fast symmetrischen Diagonale, welche letzteren auf n_8 parallel n_8/o_4 weitergehen. Ausserdem ist n_4 mit Lamellen parallel der fast symmetrischen Diagonale bedeckt, mit Ausnahme einer grösseren und einer kleineren Stelle, wo sich ein Complex dichtgedrängter Linien parallel n_4/o_2 zeigt. Secundäre Linien finden sich auf den breiten primären Lamellen von n_4 parallel n_4/n_3 (resp. n'/o'), sowie parallel der fast symmetrischen Diagonale. Auf n_8 sehen wir zwischen und neben den breiteren eine Menge feiner Lamellen parallel n_8/o_4 und in der Richtung der fast symmetrischen Diagonale. Erstere durchschneiden an mehreren Stellen eine der breiten Lamellen in der Richtung der unsymmetrischen Diagonale. Auf den letzteren erscheinen wieder vielfach secundäre Linien parallel der fast symmetrischen Diagonale sowie der Kante n_8/n_7 (resp. n'/o'). Von besonderem Interesse ist noch eine breitere Lamelle, welche sich über einen Theil von n_4 und n_8 hinzieht und wohl als secundär im Verhältniss zu den breiten primären Streifen zu betrachten ist. Demgemäss endigt sie auf n_4 und n_8 in einer o-Fläche. Auf n_4 läuft sie in eine Spitze aus, auf n_8 scheint sie bis a zu reichen, wohingegen bei b eine Zunge der ursprünglichen n-Fläche in die breiteren Lamellen hineinragt. Indess bietet bei a die Beschaffenheit des Krystalles der mikroskopischen Untersuchung Schwierigkeiten, so dass es schwer ist, die dort herrschenden Verhältnisse genau zu erforschen. Die secundäre Lamelle zeigt auf n_4 wieder tertiäre Linien in der Richtung der fast symmetrischen Diagonale.

Bei auffallendem Lichte kann man mit Hülfe der Lupe sehen, dass die beiden Flächen n_4 und n_8 in der Richtung der geschilderten secundären Lamelle eine leichte Einbiegung zeigen, welche ohne Zweifel auf den einspringenden Winkel zurückzuführen ist, den jene Lamelle mit den breiten primären Lamellen bilden muss. Diese Einbiegung ist indess nicht derart, dass die beiden dadurch entstehenden, nicht ganz genau einspiegelnden Theile von n_4 resp. n_8 als Zwillingshälften zu betrachten seien. Sie ist von dort ab, wo die secundäre Lamelle endigt, abgerundet, nicht aber scharf begrenzt, wie es eine einspringende Zwillingskante erfordern würde. Derartige kleine Unregelmässigkeiten in der Flächenausbildung können bei so ausserordentlich complicirten Krystallen gewiss nicht überraschen.

2. Eingewachsene Leucite.

Bekanntlich zeichnen sich die eingewachsenen Leucite ausser durch ihre rauhe Oberfläche namentlich dadurch vor den aufgewachsenen aus, dass ihre mit Hülfe des Anlegegoniometers (oder nach Auflegung von Glasplättchen mittelst des Reflexionsgoniometers) messbaren Winkel eine ungewöhnlich grosse Mannigfaltigkeit aufweisen. So schwankt der Winkel der sog. oktaëdrischen Kanten zwischen 130° 30′ und 134° 15′ (reguläres Ikositetraëder 131° 49′), derjenige der sog. hexaëdrischen Kanten zwischen 145° 1′ und 148° 17′ (reg. Ikositetraëder 146° 27′). Die verschiedenen Winkel betragen bei den aufgewachsenen Krystallen nach Herrn v. Rath: Endkante der Pyramide *o* 129° 58′ bis 130° 6′ (ber. 130° 3′); Basiskante der ditetrag. Pyramide 133° 25′ bis 134° 3′ (ber. 133° 58′); schärfere Endkante der letzteren 131° 14′ bis 131° 57′ (ber. 131° 23,5′); stumpfere Endkante derselben 145° 54′ bis 146° 30′ (ber. 146° 9,5′); Combinationskante zwischen *o* und *n* 146° 11′ bis 146° 46′ (ber. 146° 37′). An einem und demselben aufgewachsenen Krystall schwankt der Werth der genannten Kanten der Reihe nach um 8′, 9′, 11′, 16′ und 35′, Schwankungen, welche angesichts der grossen, wenn auch theilweise versteckten Complication der betreffenden Gebilde kaum Wunder nehmen können. An den eingewachsenen Leuciten hingegen finden wir, unter Annahme des regulären Systems, bei den homologen Kanten eines und desselben Individuums Schwankungen im Werthe von über 3° (oktaëdrische Kanten) und über $1\frac{1}{2}$° (hexaëdrische Kanten). Nun zeigen aber auch diejenigen aufgewachsenen Leucite, welche weniger präcise ausgebildet sind und einen vorherrschend polysynthetischen Bau aufweisen, grössere an die eingewachsenen Krystalle erinnernde Schwankungen der Winkelwerthe. Dies muss schon a priori auf die Vermuthung führen, dass die Unregelmässigkeiten an den eingewachsenen Leuciten nur eine Folge der polysynthetischen, wenn auch äusserlich nicht direct sichtbaren, Verzwilligung seien, und dass die scheinbar regulären Krystalle ihren regulären Habitus nur einer solchen durchgreifenden, das ganze Individuum symmetrisch beherrschenden Zwillingsbildung verdanken.

Bei der Messung solcher rauhflächiger Krystalle kommen nämlich nur die von den (zu den einzelnen Zwillingslamellen tangentialen) Scheinflächen gebildeten Winkel in Betracht, ein Umstand, dessen Berücksichtigung erst eine genügende Erklärung der verschiedenen Winkelwerthe ermöglicht. Dass diese Vermuthung in der That das Richtige trifft, und dass die eingewachsenen Leucite ebenso wohl wie die aufgewachsenen dem quadratischen Krystallsystem angehören, dafür glaube ich im Folgenden den Beweis liefern zu können.

Was zunächst die Oberfläche der eingewachsenen vesuvischen Leucite angeht, so zeigt eine Betrachtung derselben u. d. M. bei 480facher Vergrösserung, dass sie mit einer Menge mehr oder weniger schmaler Krystallnadeln und Prismen, sowie mit unregelmässig gestalteten Körnchen und staubartigen Partikeln bedeckt ist. Man erhält den Eindruck, als habe man eine Krystallfläche vor sich, welche von irgend einer corrodirenden Substanz angegriffen wurde, also eine Aetzung (in diesem Falle eine natürliche) erlitten hat, ohne dass die dabei entstandenen Zersetzungprodukte von der Fläche abgespült wurden. Eine solche Aetzung konnte am besten durch einen gasförmigen Körper bewirkt werden, und es drängt sich hierbei der Gedanke auf, dieser gasförmige Körper möchte Salzsäure gewesen sein. Denn einmal ist es bekannt, dass die den Leucit beherbergenden Laven sowohl während des Fliessens als noch lange nachher Salzsäuredämpfe ausstossen, und anderseits kann der Leucit gerade der corrodirenden Einwirkung jener Säure am wenigsten widerstehen. Ich glaube deshalb, dass diese Ansicht zum mindesten viel für sich hat, wenn ich dieselbe auch einstweilen noch nicht für absolut bewiesen erachte.

Unter der rauhen Oberfläche liegt nun die eigentliche Beschaffenheit der Flächen verborgen, mit der Entfernung jener tritt diese deutlich hervor. Reibt man deshalb die rauhen Flächen auf einer matten Glastafel ab, ohne indess dieselben ganz glatt zu schleifen oder gar zu poliren, so sieht man sehr bald in verschiedenen Richtungen hellere und mattere Streifen, oft von ziemlicher Breite, auftreten. Diese Streifen werden in der Regel noch deutlicher sichtbar, wenn man nach dem Anschleifen die Fläche der kurzen Einwirkung von kochender Salzsäure und darauf von kalter wässriger Flusssäure aussetzt, indem dann die glänzenden Streifen wegen ihrer geringeren Löslichkeit in den Aetzmitteln erhaben hervortreten, während die matten etwas vertieft erscheinen. Was nun die Lage dieser Streifen angeht, welche oft die ganze Fläche dicht bedecken, so entspricht sie ganz genau dem Zwillingsgesetze, welches auch bei den aufgewachsenen Krystallen herrscht. Ein Blick auf die Fig. 8, die einen solchen angeschliffenen und geätzten eingewachsenen Leucit von einer Seite darstellt, macht dies klar. Die Bezeichnung der Flächen wurde mit Rücksicht auf die Streifen auf n_1 und n_8 in der Richtung der unsymmetrischen Diagonale, sowie auf eine, einen grossen Theil der nicht gezeichneten Seite des Krystalles durchsetzende, Lamelle gewählt. Wir finden hier ebenso wie bei den aufgewachsenen Krystallen nicht nur primäre Streifen, sondern auch an diese sich anlehnende secundäre, wie auf n_2, n_6, n_7 und n_5. Auf den ausführlichen Nachweis, dass hier sämmtliche Streifen sich auf das v. Rath'sche Gesetz zurückführen lassen, glaube ich verzichten zu dürfen, da mit einem Modell in der Hand es für Jeden leicht ist, sich von der Richtigkeit des Gesagten zu überzeugen. Häufig beobachtet man eine deutliche Durch-

kreuzung der verschieden gelagerten Lamellen, wie man eine solche auch wahrnehmen kann, wenn man die Basis anschleift, wo sich dann z. B. die primären Streifen unter einem rechten Winkel schneiden. Auf den breiteren Streifen, welche die Flächen bedecken, beobachtet man häufig u. d. M. bei auffallendem Lichte noch eine grosse Menge feiner Linien in verschiedener Richtung, ganz ähnlich, wie es bei den aufgewachsenen Krystallen der Fall ist.

Dass die eingewachsenen Leucite nicht nur ihrer Zwillingsverwachsung nach mit den aufgewachsenen übereinstimmen, sondern auch in der That dem quadratischen System angehören, geht aus der genaueren Betrachtung der Lamellen auf benachbarten Flächen hervor. Fig. 4 stellt einen Leucitkrystall dar, an welchem ausser den tetragonalen und ditetragonalen Pyramidenflächen auch noch diejenigen der nächsten spitzeren Pyramide (q) gezeichnet sind. Man kann sich dadurch leicht den Verlauf der Zwillingslinien vorstellen. Es wurde nun schon erwähnt, dass in der Regel nach dem Aetzen der angeschliffenen Flächen mit Salz- und Flusssäure die abwechselnden hellen und matten Streifen, welche oft die ganzen Flächen bedecken, besonders deutlich erscheinen. Einige solche Streifen stellt nun Fig. 4 für den Fall dar, dass q_1 und q_2 als Zwillingsebenen auftreten. Wir nehmen auf o_1, von q_2 beginnend, matt, glänzend, matt — auf n_2 hingegen glänzend, matt, glänzend, wahr. Dasselbe gilt für o_3 und n_4. Während also an den Kanten o_1/o_3 und n_2/n_4 matt und matt sowie glänzend und glänzend zusammenstossen, findet das Umgekehrte an den Kanten o_1/n_2 und o_3/n_4 statt. Die matten Streifen auf o_1 (resp. o_3) setzen sich auf n_2 (resp. n_4) als glänzende, die glänzenden als matte fort. Daraus ergiebt sich, dass die Lamellen auf o_1 und o_3 in einer anderen Fläche endigen als auf n_2 und n_4; es ist dieses Verhältniss mit der regulären Ordnung nicht zu vereinigen, wohl aber entspricht es dem quadratischen System. Ich erinnere daran, dass sich bei den aufgewachsenen Krystallen ganz das Nämliche zeigte.

Gehen wir auf o_1 von rechts nach links weiter, so stossen wir auf einen matten Streifen, welcher auf n_1 sich etwas dunkler fortsetzt, auf n_2 hingegen glänzend ist. Ihm folgt auf o_1 wieder ein glänzender, dessen Fortsetzung auf n_1 und n_2 matt erscheint Während also auf o_1 und n_2 matt und glänzend abwechseln, liegen auf n_1 in der Richtung der unsymmetrischen Diagonale matte Streifen neben dunkleren. Der Contrast zwischen den beiden letzteren ist in der Figur übertrieben, in Wirklichkeit erreicht er denjenigen zwischen matt und glänzend auf o_1 und n_2 bei weitem nicht. Nicht überall ist derselbe deutlich wahrnehmbar, er kann an einzelnen Stellen wohl ganz vermisst werden. Dazu kommt, dass bei den matten und dunklen Streifen ein Unterschied in der Löslichkeit im Aetzmittel nicht oder jedenfalls lange nicht so bestimmt auftritt, als zwischen

den matten und glänzenden auf o_1 und n_2 (oder o_3 und n_4), wo die glänzenden über die matten hervorragen. Im Gegentheil verlieren die Streifen parallel der unsymmetrischen Diagonale durch das Aetzen eher an Deutlichkeit.

Die beschriebenen Thatsachen finden nun meiner Ansicht nach in Folgendem ihre Erklärung. Die o-Flächen zeigen sich nach dem Aetzen, ebenso wie es bei den aufgewachsenen Krystallen der Fall ist, glänzend, die n-Flächen hingegen matt *). Auf o_1 und o_3 müssen deshalb Zwillingslamellen parallel q_2 matt, auf n_2 und n_4 glänzend erscheinen, da sie auf o_1 und o_3 in einer n-Fläche, auf n_2 und n_4 hingegen in einer o-Fläche endigen. An o_1/o_3 muss matt und matt, an n_2/n_4 glänzend und glänzend zusammenstossen. Hierauf folgt wieder eine Lamelle des ursprünglichen Individuums, dann wieder eine Zwillingslamelle u. s. w. Gehen die Zwillingslamellen über n_1 in der Richtung der unsymmetrischen Diagonale, so dürfen sie sich eigentlich nicht gegen n_1 selbst abheben, da sie dort ebenfalls in einer n-Fläche endigen. Man bemerkt jedoch, wenn auch nicht ausnahmslos, einen Contrast zwischen matt und dunkler, dessen Existenz wohl nur in gewissen zufälligen Strukturverschiedenheiten begründet ist, und der, wie schon erwähnt wurde, hinter der Verschiedenheit der Lamellen auf o_1 und n_2 (resp. o_3 und n_4) in der Richtung der symmetrischen resp. fast symmetrischen Diagonale weit zurückbleibt. Gehen wir von o_1 über n_1 nach n_2, so zeigen sich die genannten Flächen selbst der Reihe nach glänzend, matt, matt — was genau der quadratischen Symmetrie entspricht.

Zuweilen stösst an einer pyramidalen Kante (Fig. 4 links bei o_1/o_2) ein glänzender Streifen mit einem matten zusammen. Dann gehören aber diese beiden Streifen nicht einer und derselben Lamelle an. In Fig. 4 gehört der glänzende Streifen auf o_2 einer Lamelle des ursprünglichen Individuums parallel q_1, der matte hingegen auf o_1 einer Zwillingslamelle parallel q_2 an. In derartigen Fällen muss man, um nicht zu irren, stets genau den Verlauf der Zwillingsgrenzen verfolgen.

Im Vorhergehenden dürfte, wie ich glaube, ein genügender Beweis für die Annahme, dass die eingewachsenen Leucite demselben Krystallsysteme wie die aufgewachsenen angehören, enthalten sein. Hiervon ausgehend, wollen wir nun zunächst unter Zuhülfenahme der an den aufgewachsenen Krystallen sicher erkannten Winkelwerthe theoretisch die aus einer mehr oder weniger symmetrisch über den ursprünglichen Krystall vertheilten vielfachen Zwillingsbildung sich ergebenden Verhältnisse ableiten. Wir werden, indem wir uns zugleich daran erinnern, dass die

*) Demgemäss müssten eigentlich in Fig. 4 sämmtliche n-Flächen in ihren unverändert gebliebenen Theilen matt gezeichnet sein.

Kanten bei den eingewachsenen Krystallen in solchen Fällen nur von Scheinflächen gebildet werden, dadurch ein klares Verständniss für die an jenen Krystallen wirklich beobachteten mannigfaltigen Winkelwerthe gewinnen.

Eine einfache symmetrische Vertheilung von Zwillingslamellen über die Flächen der einzelnen Oktanten kann auf zweierlei Weise stattfinden. Gehen wir von der Stellung und Bezeichnung in Fig. 4 aus und betrachten in gleichem Sinne die schematische Fig. 5, so finden wir bei letzterer zwei, o_1, n_1 und n_2 beherrschende Systeme von Lamellen, eines parallel q_3 und ein anderes parallel q_4. Diese beiden Systeme durchkreuzen sich auf allen drei genannten Flächen und wechseln dort mit Streifen, resp. Flächentheilen des ursprünglichen Individuums ab, indem sie damit an ihrer oberen Seite einspringende Winkel bilden und zwar auf o_1 solche von 175° 8', auf n_1 und n_2 solche von 175° 8' und 176° 39'. Die bei der Zwillingsbildung freigebliebenen Stellen von o_1, n_1 und n_2 sind in der Figur geschwärzt. Die Fläche o_1 erhält durch die beschriebene Verzwilligung als Schein- oder Tangentialfläche eine weniger steile Lage gegen die Hauptaxe, letztere wird also scheinbar verkürzt. Im selben Sinne wirken die Zwillingslamellen auf n_1 und n_2. Diejenigen Lamellen, welche parallel der fast symmetrischen Diagonale liegen, bewirken, da sie nach oben mit der ursprünglichen Fläche einen einspringenden Winkel von 176° 39' bilden, dass die betreffende Fläche diejenige Nebenaxe, an welcher sie nicht direct liegt, in grösserer und die Hauptaxe in geringerer Entfernung vom Axenmittelpunkte trifft, während die Lamellen in der Richtung der Combinationskante mit o_1, welche oben mit der ursprünglichen Fläche einen einspringenden Winkel von 175° 8' bilden, eine scheinbare Verlängerung der direct anliegenden Nebenaxe und eine Verkürzung der Hauptaxe herbeiführen. In Folge der Durchkreuzung der beiden Lamellensysteme gehen demnach die ursprünglichen Flächen n_1 und n_2 in die Scheinflächen einer weniger spitzen ditetragonalen Pyramide über. Bei Eintritt eines bestimmten Verhältnisses zwischen der Breite der Zwillingslamellen und derjenigen der ursprünglichen Flächenstreifen wird der betreffende Krystall, wenn in gleicher Weise die sämmtlichen Oktanten von Zwillingslamellen parallel den beiden nicht direct benachbarten Flächen von $2P\infty$ durchkreuzt werden, einen regulären Habitus gewinnen, da ja das eigentliche Axenverhältniss des Leucits $a : c = 1,8998 : 1$ ($2 : 1$ beim regulären Krystall) ist, und nun die Hauptaxe verkürzt, die Nebenaxen hingegen verlängert erscheinen. Eine zweite Art der symmetrischen Vertheilung der Zwillingslamellen ist in Fig. 6 und 7 dargestellt. Dort treten als Zwillingsebenen für o_1, n_1 und n_2 nicht q_3 und q_4, sondern die am nämlichen Oktanten liegenden q_1 und q_2 auf. In Fig. 6 und 7 sind die Zwillingslamellen auf o_1 dicht neben einander gezeichnet, so dass die ursprüngliche Fläche ganz davon bedeckt ist. Es wechseln hierbei die Lamellen parallel q_1 mit denjenigen parallel q_2 ab.

Alle mit 0 bezeichneten Lamellen gehen parallel q_1, alle mit 1 bezeichneten parallel q_2. Beide Arten endigen auf o_1 in einer n-Fläche und stossen dort zu einem einspringenden Winkel zusammen, wo in der Richtung von rechts nach links 1 auf 0 folgt, zu einem ausspringenden dort, wo 0 auf 1 folgt. Diese Lamellen ändern übrigens die krystallographische Lage von o_1 nicht, wenn sie gleich breit sind, d. h. die entstehende Tangential- oder Scheinfläche ist o_1 parallel. Etwas anders verhält es sich mit den sich durchkreuzenden Zwillingslamellen auf n_1 und n_2, welche zudem diese Flächen nicht vollständig bedecken, sondern kleine Theile derselben frei lassen. Diese freigebliebenen Theile sind in Fig. 6 auf der Hälfte von n_2 geschwärzt. Während die Lamellen parallel der unsymmetrischen Diagonale in einer n-Fläche endigen, welche in das Niveau der ursprünglichen n-Fläche fällt, endigen diejenigen parallel der fast symmetrischen Diagonale in einer o-Fläche und bilden mit n_1 (resp. n_2) nicht an ihrer oberen, sondern an der unteren Seite einen einspringenden Winkel von 179° 9′. Dadurch erhält die entstehende Scheinfläche eine steilere Lage gegen die Hauptaxe als die ursprüngliche n-Fläche. Die Scheinfläche schneidet die Hauptaxe in einer grösseren und die nicht an ihr direct anliegende Nebenaxe in geringerer Entfernung vom Axenmittelpunkte. Es entfernt sich also durch diese zweite Art der Vertheilung der Zwillingslamellen über die einzelnen Oktanten die Krystallform noch mehr, wenn auch freilich nur um ein Geringes, vom regulären Habitus. Andererseits weichen aber auch die Winkelverhältnisse der Scheinflächen nur zum Theil und dann nur wenig von den ursprünglichen, an den aufgewachsenen Krystallen zu beobachtenden Werthen ab. Es sei noch bemerkt, dass auf den von der Zwillingsbildung freigebliebenen Stellen der Flächen o_1, n_1 und n_2 in Fig. 5 und 6, sowie auf den Zwillingslamellen selbst wieder feine Lamellen verschiedener Richtung auftreten können. Ohne im Einzelnen hierauf eingehen zu wollen, verweise ich nur auf Fig. 7, welche im Wesentlichen der Fig. 6 gleich ist, wo aber die primären Lamellen etwas breiter gezeichnet und ebenso wie die freigebliebenen Stellen der n-Flächen theilweise mit verschiedenen, der Theorie nach möglichen, feinen Zwillingsstreifen bedeckt sind. Die Zwillingslamellen (0) parallel q_1 sind zwar auf o_1 in der Richtung von $\beta\delta$ feingestreift, in ihrer Fortsetzung auf n_1 und n_2 hingegen von secundären Lamellen gänzlich frei gelassen. Dass die feineren primären und secundären Lamellen gleichfalls von Einfluss auf die Winkelverhältnisse der Scheinflächen sein können, liegt auf der Hand. Denkt man sich die Scheinfläche von o_1 in Fig. 6 und 7 etwas abgeschliffen, so tritt auch das ursprüngliche Individuum dort, wo sich die ein- oder ausspringenden Kanten parallel der symmetrischen Diagonale befanden, zwischen den beiderlei in einer n-Fläche endigenden Zwillingslamellen streifenweise wieder hervor.

Wir haben gesehen, dass durch symmetrische Vertheilung der Zwillingslamellen über die einzelnen Oktanten, sowie dadurch, dass diese Lamellen hinsichtlich ihrer Breite zu den mit ihnen abwechselnden Streifen der ursprünglichen Flächen in einem bestimmten Verhältnisse stehen, sowohl ein regulärer Habitus der Krystalle erreicht, als auch die quadratische Form fast unverändert erhalten werden kann. Dadurch finden also diejenigen polysynthetischen eingewachsenen Leucite, welche einen regulären Habitus oder den ursprünglichen quadratischen Charakter zeigen, ihre Deutung. In Wirklichkeit wird aber selten die Symmetrie eine so vollkommene und das Verhältniss der Breite bei den Zwillingslamellen und ursprünglichen Flächenstreifen ein derartiges sein, dass entweder die Winkelwerthe des regulären Systems möglichst erreicht werden, oder die quadratischen Winkelwerthe fast unverändert bleiben. Vielmehr lässt sich eine unendliche Reihe von Uebergängen und dazu gehörigen mannigfaltigen Winkelwerthen der Scheinflächen voraussehen. Ebenso finden wir nun die Schwankungen homologer Winkel selbst an einem und demselben Individuum leicht erklärlich, ja es wird sogar recht häufig eine und dieselbe Kante an verschiedenen Stellen, wo sie z. B. von verschieden gerichteten Lamellensystemen oder von parallelen aber ungleich breiten Lamellen durchschnitten wird, verschiedene Winkelwerthe aufweisen. Und so, glaube ich, finden denn alle Anomalien am Leucit ihre einfache Erklärung; die wiederholte Zwillingsbildung ist es allein, welche die an sich so auffallenden Verhältnisse herbeiführt. Die Lamellen können aber so fein werden, dass schliesslich eine wenigstens scheinbar völlig homogene, fast isotrope Krystallsubstanz resultirt, wie es namentlich bei vielen mikroskopisch kleinen, eingesprengten Leuciten der Fall ist.

Wir sind durch die vorliegende Untersuchung zu folgenden Resultaten gelangt:

1) Die tetragonalen Pyramidenflächen des Leucits unterscheiden sich von den ditetragonalen durch ihre geringere Löslichkeit in Aetzmitteln.

2) Die Zwillingsbildung der aufgewachsenen sowohl wie der eingewachsenen Leucite lässt sich stets auf das vom Rath'sche Gesetz zurückführen.

3) Zugleich finden die schwankenden Winkelwerthe, namentlich der letzteren, ihre Erklärung in symmetrisch oder unsymmetrisch vertheilter vielfacher Verzwilligung.

4) Es ist kein triftiger Grund vorhanden, die eingewachsenen Leucite einem anderen, als dem quadratischen Systeme zuzuzählen; sämmtliche an ihnen zu beobachtende Erscheinungen lassen sich am einfachsten im Sinne des genannten Systems deuten.

Bei Gelegenheit der vorstehenden Beobachtungen fielen mir einige Erscheinungen auf, welche auf der beim Leucit in so ausgezeichnetem Grade vorhandenen Neigung, fremde Körper einzuschliessen, beruhen. Die angeschliffenen eingewachsenen Krystalle zeigten oft in Folge ihrer oberflächlichen Durchscheinenheit dicht unter den Kanten parallel denselben angeordnete schwarze mikroskopische Einschlüsse, wodurch die betreffenden Kanten sich gegen die Flächen deutlich durch eine dunklere Färbung abhoben. In einem aufgewachsenen, besonders klaren Leucite fand ich bei mikroskopischer Betrachtung eine Menge langer durchsichtiger Nadeln, welche wohl aus Augitsubstanz bestehen mögen. An diese Nadeln sind nun, wie Fig. 9 zeigt, zuweilen selbst wieder in regelmässiger kreuzweiser Anordnung kleine, dunkler erscheinende Nädelchen oder Blättchen angesetzt, wodurch Gebilde von ungemein zierlichem Aussehen entstehen. Manchmal sind die Nadeln zerbrochen, die Stücke liegen jedoch in einer geraden Linie. An der Bruchstelle sieht man deutlich, wie die angelagerten Blättchen zum Theil an dem einen, zum Theil an dem anderen Bruchstück hängen geblieben sind (Fig. 9 bei *a*). Ohne diese Erscheinungen, weil von dem eigentlichen Gegenstande dieser Untersuchung zu weit abliegend, im Einzelnen verfolgen zu wollen, konnte ich doch nicht unterlassen, derselben wenigstens anhangsweise zu erwähnen.

XXI. Bemerkungen über optische Symmetrieverhältnisse mit besonderer Rücksicht auf Brookit.

Von

A. Schrauf in Wien.

Im Novemberhefte der Wiener Akademie veröffentlichte ich eine Untersuchung über Brookit*), welche ich »morphologische Studien« nannte. Nicht ohne Absicht ward dieser Titel gewählt, denn er sollte die Beschränkung einerseits auf das specielle krystallographische Gebiet, anderseits auf die dem Verfasser zugänglichen Varietäten andeuten. Es fehlen ja noch die präcisen Werthe für Arkansit, Eumannit, und für die Brookitvarietäten von Oisans, Galenstock, Schottland, und von anderen untergeordneten Localitäten.

Das Materiale theilt sich in zwei morphologische Gruppen: in Krystalle mit deutlich monokliner Flächenentwickelung und in solche mit scheinbar vollkommenem prismatischem Habitus. Namentlich die Formen des Typus I sind so schön ausgebildet, dass die grossen Krystalle von Tremadoc als monosymmetrische Demonstrationsobjecte dienen können. Im Gegensatze hierzu ist der Axenwinkel des Typus III so wenig von 90° verschieden, dass es fraglich erscheint, ob nicht doch die Substanz exact rhombische Symmetrie besitzt. Hier helfen aber die Zwillingsstreifen die Gestalt richtig zu definiren. In der That hat schon 1863 Quenstedt (Mineralogie p. 641) die Zwillingsstreifen der Ural'schen Brookite dahin gedeutet, dass »dieselben eine versteckte Hinneigung zum monoklinen Systeme andeuten können«. Ich adoptire auf Grund meiner Messungen für Brookit das monokline System. Die optischen Beobachtungen lassen keinen »absolut« sicheren Gegenbeweis zu, sie zeigen vielmehr eine Asymmetrie, die im rhombischen Systeme zu den seltensten Fällen gehört.

In den eingangs erwähnten morphologischen Studien wurden die optischen Eigenschaften des Brookit nur flüchtig erwähnt, weil dieselben im Gegensatze zu den exacten Messungen von weitaus geringerem mathema-

*) Ein Auszug derselben befindet sich unter XXIII i. d. Heft. D. Red.

tischem Gewichte sind. Sie können ferner in Folge der Untersuchungen von Beer (Pogg. Ann. 1851. vol. 82), Grailich und Lang (Wien. Sitzb. 1857. XXVII.) und namentlich von Descloizeaux (1859. Sur l'empl. pag. 26. 1862. Observat. sur modific. perman. pag. 11 et 12. 1867. Nouv. Rech. pag. 45. 1874. Mineral. II, 207.) als grossentheils bekannt vorausgesetzt werden. Auch jetzt noch würde ich meine Beobachtungen über die optischen Verhältnisse des Brookits nicht für so wichtig halten, um ihnen allein eine besondere Notiz zu widmen, würden sich nicht einige Deductionen allgemeinen Charakters daran knüpfen lassen.

Alle bis jetzt untersuchten Axenplatten zeigen bekanntlich die positive Bissectrix circa senkrecht zu dem gestreiften Pinakoide a (100) $\infty\bar{P}\infty$. Doch nicht alle Beobachter schildern das Axenbild gleich. Beer und Descloizeaux (für Snowdon und Oisans) geben an, dass für alle Farben die Axenebene parallel der Basis ist, während Grailich-Lang und Descloizeaux (für helle Oisans) eine Kreuzung der Axenebenen der rothen und grünen Strahlen notiren. Möglich ist, dass die Absorption von grün und blau in einzelnen Fällen die Kreuzung der Axenebenen verschleiert. Da aber die Axenwinkel selbst von den Autoren different angegeben werden (Grailich-Lang, Snowdon: $EE' = +65^0$ roth *), $EE' = -10^0$ grün; Beer, kleiner Axenwinkel; Descloizeaux, Dauphinée: $EE' = +42^0$ roth], so ist es wahrscheinlicher, dass, so wie morphologisch, so auch optisch nicht alle Brookitvarietäten gleichwerthig sind. Auch für die optische Theorie ist diese Thatsache wichtig; am wichtigsten jedoch die Angabe, dass bei einzelnen Varietäten die Axenebenen für roth und blau um 90° gegen einander gedreht sind, während keine solche Kreuzung, sondern ein normaler Verlauf des Axenbildes für alle Farben (Descloizeaux: à toutes les couleurs du spectre) an Krystallen von Oisans und Snowdon beobachtet ward.

Meine dünnen, hellblonden Platten von Schweizer (Maderaner) Brookit zeigen die Kreuzung der Axenebene sehr schön, doch stimmen die Axenwinkel nicht mit den obigen bekannten Angaben. Im monochromaten Lichte treten die Hyperbeln für *Na* und *Tl* scharf hervor, weniger deutlich in Lithiumbeleuchtung. Die äusserst sichtbaren Blau (Fraunhof. G. circa) und Roth (circa Fraunhof. B.) lassen sich im Tageslichte an den Axenpunkten annähernd messen. Für den scheinbaren Axenwinkel in Luft ward erhalten an der Platte

*) Ich bezeichne die Axenwinkel parallel der Basis mit +; die parallel der Streifung mit —; um den fraglichen Durchgang des Axenwinkels durch Null leichter hervorheben zu können.

		I		II
äusserst roth	(*B*)	+ 35°		
	Li		+ 29°	*Li* + 26°
	Na		+ 28°	*Na* + 28°
grün		— 35°		
	Tl		— 37°	*Tl* — 35°
blau	(*G*)	— 75°		

An der zweiten Platte war ganz deutlich, sowohl durch directe Messung, als auch durch blosse Betrachtung der Platte in monochromatem Lichte zu erkennen, dass die Hyperbeln für roth enger an einander liegen als für gelb. Also eine Dispersion $\varrho < \gamma\lambda$. Die erste Platte gab für *Li* und *Na* fast gleiche Zahlen, ϱ unbedeutend grösser wie $\gamma\lambda$.

Lässt man auch vorläufig die Frage: »ob bei einzelnen Varietäten $\varrho < \gamma\lambda$ sein kann« unerledigt — so zeigt doch schon die Zahlenreihe des Axenwinkels in I mit $\varrho > \gamma\lambda$ Eigenthümlichkeiten, welche nicht ermöglichen, diesen Winkel direct als Function der Dispersionsconstanten der Brechungsexponenten anzusehen. Bei der bekannten Hypothese (Grailich-Lang), welche letztere Erklärung adoptirt, muss der Axenwinkel von Roth beginnend abnehmen, für eine intermediäre Farbe Null werden und hierauf für das andere Ende des Spectrum zunehmen. Der Verlauf der Axenwinkel soll, dieser Annahme zufolge, der Wellenlänge proportional sein, und die Differenzen von λ^2 müssten commensurabel zu den Differenzen der Axenwinkel sein. Hiermit stimmen aber, wie man aus dem Folgenden ersehen wird, die Beobachtungen am Brookit nicht.

Rechnet man, um sich über den annähernd richtigen Verlauf der Function am Brookit Rechenschaft zu geben, die innern wahren Axenwinkel VV'. Man kann hiezu — ohne allzu grosse Fehler zu machen — nach Analogie mit Anatas für die Fraunhofer'schen Linien die Brechungsexponenten $\mu_B = 2.2$, $\mu_C = 2.3$, $\mu_D = 2.4$, $\mu_E = 2.5$, $\mu_G = 2.7$ adoptiren. Dann ist

VV'_B	$= + 15^\circ 40'$	λ^2_B	473
$VV'_C \sim VV'_{Li}$	$= + 12^\circ 30'$	λ^2_C	431
$VV'_D = VV'_{Na}$	$= + 11^\circ 30'$	λ^2_D	348
$VV'_E \sim VV'_{Tl}$	$= - 13^\circ 50'$	λ^2_E	278
VV'_G	$= - 26^\circ$ circa	λ^2_G	186

Diese Zahlenreihe für VV' verläuft nicht parallel mit λ^2, sondern zeigt zwischen VV'_D und VV'_E einen bemerkenswerthen Sprung von circa $25^1/_2{}^\circ$. Wären die Brechungsexponenten μ nicht so hoch gewählt, so würde die Intermittenz der Function noch grösser geworden sein. Dieselbe tritt ja eclatant in dem scheinbaren Axenwinkel hervor, wo $EE_{Li} = EE_{Na}$ um 65° von EE_{Tl} differiren. Diese Beobachtungen sprechen daher für eine Asym-

metrie, für eine Discontinuität im Verlaufe des Axenwinkels am Brookit. Letzteres wird noch durch die Thatsachen: 1) dass durch Erwärmung der Axenwinkel für ϱ nicht der Null genähert wird; 2) dass bisher kein Autor ein Nullwerden des Axenwinkels beobachtet hat, bekräftigt. Auch ich konnte nicht an meinen Platten für zwischen *Na* und *Tl* liegende Farbencombinationen ein Axenbild hervorrufen, welches sich irgend wie als einaxig deuten liesse. — Alles Diess eint sich schlecht mit jener Theorie prismatischer Körper, nach welcher sich der Axenwinkel proportional der Wellenlänge ändern, und deshalb durch die Nullstellung in gekreuzte Position übergehen soll. —

Aehnlich und doch wieder verschieden von Brookit sind die Phänomene an Chrysoberyll, chroms. Magnesia-Ammon, Glauberit, Gyps, melliths. Amm., Sanidin, weinsaur. Natron-Ammon-Kali und Leadhillit.

Es muss wohl unterschieden werden zwischen den Substanzen, die erst bei einer Veränderung der Temperatur ein Zusammenfallen der Axen zeigen, und jenen Körpern, bei welchen wir dieses Phänomen bei gleichbleibenden t^0 sehen. Im ersteren Falle wird die »Refractions-« und die Dispersionsconstante der Brechungsexponenten durch die Wärme geändert, während im letzteren Falle bei gleichbleibendem Brechungsexponenten nur dessen Dispersionsconstante den Axenwinkel influenziren kann. Da trotz des scheinbaren Zusammenfallens der optischen Axen in e i n e dennoch solche zweiaxige Körper — wie dies schon Groth in seiner Krystallographie treffend hervorgehoben hat — nicht als wahrhaft einaxige Substanzen anzusehen sind; so ist für die erste Gruppe der Substanzen (es gehören hiezu Glauberit, Gyps, Leadhillit) der Schluss erlaubt: dass dieselben sicher nicht bei jener Temperatur entstanden sein können, in welcher sie Einaxigkeit zeigen. Es verstösst nämlich selbst diese scheinbare Einaxigkeit solcher Körper gegen deren Symmetrie und sie ist nur dann möglich, wenn durch äussere Kräfte — also $f\ (t^0)$ — die innere Symmetrie der Struktur überwunden wird.

In die zweite Gruppe, welche bei gewöhnlicher Temperatur — bei welcher zugleich einige der Körper sicher entstehen können — Kreuzung der Axenebenen oder Nullwerden des Axenwinkels zeigen, gehören die gemischten Substanzen: chromsaures Magnesia-Ammoniak und weinsaures Natron-Ammoniak-Kali. Weil dieselben den Charakter von Mischungen haben, so haben sie für die nachfolgenden Deductionen weniger Gewicht und können hier übergangen werden. Zu besprechen ist hingegen mellithsaures Ammoniak, dem sich Chrysoberyll anreihen lässt, weil beide Substanzen trotz ihres prismatischen Charakters ähnliche Phänomene wie Brookit zeigen. Hervorzuheben ist jedoch, dass an diesen z w e i genannten Körpern ein wahrer Durchgang des Axenwinkels durch Null beobachtet ward, welcher nöthig ist, will man den continuirlichen Verlauf der Axen-

winkeländerung durch die bekannte Annahme von Grailich und Lang (Wien. Sitzb. 1858, XXXIII) dass die Dispersionsconstante von β kleiner ist wie jene von γ, erklären. Lässt man auch die naheliegende Frage unberücksichtigt, warum hier Refractions- und Dispersionsconstanten in ihren relativen Grössenverhältnissen geändert sind; so darf man doch der scheinbaren Einaxigkeit einige Worte widmen. Postuliren wir die denkbar möglichen Fälle: 1) Chrysoberyll und mellithsaures Ammoniak besässen sehr grosses Absorptionsvermögen für alle Strahlen, in denen sie zweiaxig erscheinen oder 2) der Mensch hätte einen beschränkteren oder etwa gar monochromaten Farbensinn. In beiden Fällen würden wir diese Substanzen nicht scheinbar, sondern wirklich einaxig genannt haben, und die ganze optische Theorie der Zweiaxigkeit rhombischer Krystalle wäre für dieselben nicht passend. Es lässt sich aber erkennen, dass dies scheinbare Einaxig-Werden beider Substanzen mit einer ganzen Gruppe von Erscheinungen zusammenfällt und einerlei Grund hat.

Schon vor längerer Zeit hat der Verfasser in Leonhard, Jahrb. 1865, pag. 46 und in seinem Lehrbuche 1868, § 111, hervorgehoben, dass bei einem dominirenden Grundprisma von circa 60° die Bissectrix zweiaxiger Krystalle fast immer normal zur Basis — also analog der hexagonalen Symmetrie — ist; dass mit der Annäherung des Prismenwinkels an 60° auch die Brechungsexponenten β, γ oder α, β immer geringere Differenzen zeigen. Die optische Orientirung eines prismatischen — ja selbst eines monoklinen — Krystalls mit hexagonalem Habitus ist somit vielfach ähnlich der Orientirung eines wahrhaft sechsgliedrigen Körpers. Aber hiemit schliesst die Analogie noch nicht ab. Gerade einige Körper dieser Gruppe zeigen Dimorphie, und deren allotrope Modifikation krystallisirt dann wahrhaft hexagonal. Ich erinnere an $CaCO_3$, an KNO_3 an K_2SO_4. (Letzteres hexagonal in Combination mit Na_2SO_4). Auf diese Analogien muss hingewiesen werden, wenn man zu erklären versucht, warum bei Leadhillit der Axenwinkel 16°—0°; bei Glimmer die Axenebene bald parallel, bald senkrecht zur Makrodiagonale der Basis; bei Chrysoberyll und mellith. Ammoniak der Axenwinkel für einzelne Farben gleich Null ist. Bei Chrysoberyll ist die Bissectrix parallel den Kanten des Prisma $\infty P = 60° 14'$, parallel welchem die so häufige Zwillings- und Drillingsverwachsungen auftreten. Und so wie die Alexandritkrystalle die hexagonale Symmetrie, so imitirt der Chrysoberyll selbst die hexagonale optische Einaxigkeit. Mellithsaures Ammoniak — auch von mir wurden einige Platten untersucht — ist nach G. Rose dimorph, oder in zwei differenten Formen vorkommend. Die Form A mit $\infty P = 60° 19'$ ist parallel oP spaltbar und verwittert schnell. Beide Eigenschaften zeigten meine Platten. Aber auch die optischen Angaben von Grailich-Lang können sich nur auf diese Form A beziehen, denn auch sie erwähnen dieser zwei Eigenschaften,

welche der Form *B* fehlen. Die scheinbar hexagonalen Säulen des mellithsauren Ammoniak sind nun in der That für gewisse Farben scheinbar einaxig. Man kann daher sagen: dieselbe Täuschung, welche die Natur an einigen Krystallen durch deren hexagonalen Habitus beabsichtigt, wird durch die optischen Verhältnisse — wenigstens für eine Farbe — fortgesetzt. Ferner: der Hauptschnitt durch das Elasticitätsellipsoid parallel der Basisfläche nähert sich um so mehr der Kreisform, je näher die Basis selbst dem Hexagon kommt.

Brookit gehört seiner Form nach sicher nicht zu einer Gruppe, bei welcher sich die hexagonale Symmetrie in den optischen Verhältnissen wiederspiegelt.

Analogien, wie die eben entwickelten zwischen hexagonal und prismatisch, finden wir auch bei anderen Systemen, z. B. zwischen monoklin, prismatisch und pyramidal.

Eine ähnliche, wenn auch minder hervortretende Rolle, wie der Prismenwinkel 60°, spielt der Winkel $\infty P = 90°$. Ein gutes Beispiel für letzteren Winkel liefern die von Topsöe (1872, Wien. Sitzb. pag. 66) beobachteten Beryllsulfat und -seleniat, sammt deren Mischungen. Ersteres ist tetragonal, letzteres rhombisch, aber doch zum ersten nahezu isomorph und mit einer Lage der Bissectrix (c b a), die den Kanten des Prisma von ca. 90° parallel ist. In dieser Gruppe ist aber auch eine Kreuzung der Axenebenen, ein Nullwerden des Axenwinkels beobachtet. Dieselben Phänomene zeigt monokliner Sanidin. Hier liegt die Bissectrix nahe parallel (5° circa geneigt) den Kanten des bekannten Doma *n*, also jener Gestalt, welche in ihren Winkeln weniger als 10 Minuten von 90° differirt. Und so wie die Lage der Bissectrix, so wird auch durch das Axenbild selbst — wenn auch nur bei gewissen t^0 — optische tetragonale Symmetrie und Einaxigkeit imitirt. — Auch dieser Gruppe mit 90° Prismenwinkel lässt sich Brookit nicht beizählen.

Auf Grund des bisher Besprochenen erheben sich nun Zweifel, ob die Anwendung der Theorie von Grailich und Lang auf Brookit ebenso möglich und richtig ist, wie vielleicht auf Glimmer, Cymophan und auf die gemischten künstlichen Krystalle. Es ist aber diese Hypothese nicht die einzige, welche das Phänomen am Brookit — wenn auch nicht erklären — doch in unsere Vorstellungen über optische Symmetrie einreihen hilft. Erklärungsgründe anderer Art sind nun die folgenden:

1) Das bekannte Phänomen der Axenkreuzung am Sanidin kann zur Erklärung der Verhältnisse des Brookit benutzt werden. Und in der That hat schon Descloizeaux 1862 (Modificat. perman.) gesagt: Il existe donc une grande analogie entre la constitution physique de ces deux minéraux (Brookit . . .) et celle des feldspaths du cinquième système cristallin. Bei Brookit und Sanidin sind die Axenbilder nahe symmetrisch um einen

Punkt. Bei Sanidin beträgt die Differenz der Bissectrix für $\varrho, \gamma\varrho$ nur $\frac{1}{2}$ Grad. Man kann, will man keinen neuen überflüssigen Namen creiren, auch diese Kreuzung der Axenebene als eine Varietät der Dispersion croisée bezeichnen. Diess um so leichter, da der Autor dieses Namens die Erscheinungen nicht auf die Lage der Hauptschwingungsaxen, sondern vielmehr auf das Axenbild basirt hat. Er sagt: Disposition des anneaux rouges et des anneaux violets est symmetrique autour de même point. Natürlich lässt sich gegen die Anwendung dieses Namens Manches einwenden, doch ist auch anderseits die Benutzung dieser französischen Bezeichnung ohne weitere theoretische Consequenzen. Im Deutschen können wir sowohl bei Brookit als bei Borax von einer Kreuzung der Axenebenen sprechen. Im Allgemeinen werden für beide Abarten der Kreuzung der Axenebenen die, der mittleren Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$ zugehörenden Hauptschwingungsrichtungen für roth und violett Winkel 0^0—90^0 mit.einander machen.

Bei Sanidin ist mit der Kreuzung der Axenebene noch eine Dispersion der Bissectrix verbunden. Dadurch wird das Phänomen zu complicirt, als dass es möglich wäre, dasselbe nur durch die Abhängigkeit von der Dispersionsconstante des Brechungsexponenten zu erklären. Tritt in wahrhaft prismatischen Körpern eine Kreuzung der Axenebenen, incl. Nullwerden des Axenwinkels, ein, so kann man derselben eine, wenn auch complicirtere, aber homofocale Wellenfläche mit mehreren Mänteln, deren centraler einaxig ist, zu Grunde legen. Im monoklinen System ist dies nicht mehr der Fall. Finden wir daher an einer Substanz anormale Dispersionsverhältnisse, deren Erklärung schwierig, so müssen wir sicher zuerst hinweisen auf das monokline System, in welchem die scheinbaren Anomalien fast gesetzmässig sind.

Da nun am Brookit der Verlauf des Axenwinkels (vergl. oben) Discontinuitäten anzeigt, da ferner an ihm bisher Einaxigkeit zu beobachten nicht gelang, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Bissectrix für roth und grün nicht exact ident sind, und dass die Erscheinungen an unserer Species ganz analog denen des Sanidin zu betrachten sind.

2) Ein anderer Erklärungsgrund der Erscheinungen kann darin gesucht werden, dass Brookit nicht bei jener Temperatur krystallisirt und gebildet ward, als bei welcher wir denselben jetzt beobachten. Durch eine solche Aenderung der Temperatur könnte — wie schon früher besprochen — auch die »Refractionsconstante« so influenzirt sein, dass die Kreuzung der Axenebenen möglich wird. Hierzu würde ganz gut die Thatsache stimmen, dass Descloizeaux für Platten von Snowdon und Oisans das Fehlen der Axenkreuzung angiebt. Es wäre dann diese vielfach besprochene Dispersion nur Folge eines modificirten atomistischen Zustandes.

Auch bei Festhaltung dieser Hypothese reiht sich Brookit an Sanidin

an. Denn wie bei Brookit, finden wir dann auch bei den Kalifeldspathen Varietäten mit normaler und anormaler Dispersion.

3) Seit wenigen Jahren erst kennen wir durch Christiansen und Kundt die sogenannte anomale Dispersion des Brechungsexponenten. Dieselbe würde z. B. bei Absorption von grün die Brechungsexponenten für roth vergrössern. Die Frage ist statthaft: kann an farbigen, wahrhaft absorbirenden Krystallen eine solche anomale Dispersion auftreten? Wäre dann die Wirkung derselben nicht ebenfalls einer Verschiebung der mittleren Elasticitätsaxe analog?

Die Beobachtungen an meinen Axenplatten ergaben, dass für Strahlen parallel der Bissectrix die Absorption im Grünblau bei der Fraunhofer-schen Linie *b* beginnt; und zwar für »Vibrationen« senkrecht zur Streifung etwas näher an der Linie *E*, als für Vibrationen parallel dieser Streifung. Analog sind die Beobachtungen von Beer, Pogg. Ann. vol. 82, pag. 436. — Hiermit wären die Hypothesen über die Phänomene der Axenplatten erschöpft.

Die nächste Frage, die sich erhebt, ist die nach der vollkommen genauen Bestimmung der relativen Lage der Bissectrix gegen die Krystallaxen. Ob die Bissectrix nicht blos annähernd, sondern mathematisch genau normal zur Fläche (100) ist, lässt sich auf mehrfache Art zu ermitteln versuchen.

1) Die directe Ermittlung der Stellung des Axenbildes zur Plattennormale, welche z. B. bei Glimmer zu so schönem Resultate (Hintze) führte, ist durch die Streifung des Pinakoids *a*(100) verhindert. Künstliche ebene Platten haben mathematisch geringere Genauigkeit.

2) Aus der Lage der Hyperbeln für mehrere Farben lässt sich die relative Lage der betreffenden Bissectrix ermitteln. Hier ist aber — wie eine kurze Ueberlegung zeigt — zu diesem Zwecke nur Grün und Blau verwendbar. Letztere Farbe zeigt leider kein scharfes Bild. Meine Beobachtungen *) ergaben folgende Daten:

für grün:	Axenpunkt rechts	109^0,	links 74^0,	Bissectrix $91\frac{1}{2}^0$
für blau:	» »	125^0,	» 50^0,	» $87\frac{1}{2}^0$.

Aus diesen folgt nur die relative Lage der Mittellinien zu einander, nicht aber zur Plattennormale. Wäre es möglich, für Blau ebenso grosse Präcision anzunehmen, wie für Grün, so würden die obigen Messungen beweisen, dass die Bissectrices für beide Farben nicht zusammenfallen. Der wahrscheinliche Fehler für Blau ist jedoch sicher $\pm 1^0 - 2^0$, wodurch auch das Endresultat beeinflusst wird. Letzteres ist deshalb nur wahrscheinlich, nicht aber mathematisch sicher.

*) Bei der Einstellung auf 90° ist die Platte annähernd horizontal.

3) Sollen Platten parallel der Symmetrie mit Aussicht auf Erfolg untersucht werden, so müssen sie für alle Farben durchsichtig sein. Eine von mir 1871 in Andermatt bei Herrn Nager gekaufte Brookitstufe lieferte einen guten ziemlich dicken Krystall. Der mit vielen Vorsichtsmassregeln durchgeführte Schliff ergab trotzdem ein unbrauchbares Präparat. Eine andere Platte aus rothem amerikanischem Brookit erweist sich als stark absorbirend. Hier ist die Hauptschwingung für roth nahezu parallel $\pm 1°$ zur Normale*) auf 100. Platten aus Zwillingskrystallen zu untersuchen, war bisher nicht möglich. Die dünnen schweizerischen Krystalle, obgleich zwischen dicke Glasplatten gekittet und angeschliffen, gaben noch kein einziges unversehrtes Präparat. Ural'sche Krystalle zu verschleifen, ist aus Mangel an Materiale unmöglich.

Interpretirt man nun alle diese Beobachtungen in der für meine Angabe: »Brookit monoklin« ungünstigsten Weise, so ergiebt sich nur das Faktum, dass die Bissectrix mit der Normale auf (100) zusammenfällt. Diess ist noch immer kein Beweis für das prismatische, kein Beweis gegen das monokline System. Zum exacten Beweise für das prismatische System gehört, dass zwei Hauptschwingungsrichtungen vollkommen coincidiren mit den zwei, den Winkel $\eta = 90°0'0''$ bildenden Krystallaxen X, Z. So lange dieser Beweis nicht erbracht ist, so lange entscheidet auch die Orientirung von einer Polarisationsaxe in der Symmetrieebene »Nichts« über das System**), selbst wenn dieselbe mit einer scheinbaren Krystallaxe zusammenfällt.

Es lassen sich sogar manche Gründe dafür angeben, dass der bisher wenig theoretisch berücksichtigte Fall: Coincidenz der Polarisationsaxen mit scheinbaren Krystallaxen, oder mit Flächennormalen auf (100), oder (001) — im monosymmetrischem Systeme weit häufiger sein kann, als man es vielleicht heute noch vermuthet. Während man vor einem Decennium eben dieses Faktum fast gar nicht kannte, vermehrt sich nun von Jahr zu Jahr die Zahl solcher Substanzen, die, anfänglich für prismatisch, hexagonal... gehalten, sich jetzt theils auf Grund krystallographischer, theils optischer genauerer Untersuchungen als monosymmetrische Krystalle entpuppen. In manchen Fällen ist die morphologische Bestimmung, in anderen die optische leichter oder schärfer. Jedenfalls ist man berechtigt zu sagen: es existirt eine Gruppe von monosymmetrischen Krystallen, welche die Symmetrieverhältnisse des rhombischen Systems theils in opti-

---

*) Die Streifung von $a(100)$ verhindert meist, eine ganz scharf contourirte Kante für das Stauroskop zu gewinnen.

**) Optische Beobachtungen haben weit grösseren mathematischen Werth, wenn dieselben als negativer Beweis — gegen das prismatische System — als wenn sie zu einem affirmativen Beweise für dieses System verwendet werden.

scher, theils in morphologischer Beziehung imitiren; ja einzelne Substanzen setzen die krystallographische Imitation auch auf optischem Gebiet fort.

Die morphologischen Verhältnisse sind asymmetrischer als die optischen bei: Brookit, Kaluszit, Leadhillit, Benzylsulfid, Ferridcyankalium, Luteocobaltchlorid.

Die optischen Eigenschaften sind asymmetrischer bei: Glimmer, Ferrocyankalium, schwefels. Amarin.

Doch hat diese Eintheilung wenig Werth, weil die Grenzen der Genauigkeit nicht für alle Substanzen gleich sind.

Es ist einleuchtend, dass mit dem Symmetrischwerden der Formen auch im Allgemeinen die optischen Verhältnisse immer symmetrischer werden müssen. Die Lage der Elasticitätsaxen — eine Function der Substanz — wird auch im monoklinen Systeme von der morphologischen Ausbildung beeinflusst. Sind nun die Formen der $\pm$ Quadranten nahe gleichwerthig — ähnlich also der prismatischen Symmetrie — so wird es a priori wahrscheinlich, dass eine Elasticitätsaxe mit jener morphologischen Axe coincidiren kann und wird, welche die morphologisch ähnlichen $\pm$ Quadranten trennt.

Ich vermuthe, dass gerade diese Gruppe monokliner Krystalle mit prismatischer Symmetrie es ermöglichen wird, die Relationen zwischen Elasticität und Gestalt aufzufinden. Denn nur in dieser Gruppe kennen wir die wahren morphologischen Axen in der Symmetrieebene, während sonst die Wahl des Axenwinkels $\eta \lesseqgtr 90^0$ meist mehr oder minder willkürlich ist.

Erwägungen dieser Art sind es, welche den Verfasser überzeugten, dass von optischer Seite her sich kein exacter Gegenbeweis gegen die genauen Messungen des monoklinen Brookits erbringen lässt.

Wien, 18. März 1877.

XXII. Dysanalyt, ein pyrochlorartiges Mineral
(früher Perowskit von Vogtsburg im Kaiserstuhl).

Von

A. Knop in Karlsruhe.

---

1. Bisheriger Stand der Erkenntniss des Dysanalyts.

In wenigen Sammlungen nur dürften die kleinen eisenschwarzen, im körnigen Kalkstein der Gegend von Vogtsburg (Kaiserstuhl i/Br.) eingesprengten würfeligen Krystalle fehlen, welche zuerst von Butzengeiger aufgefunden, und von Walchner (1825) auf Grund ihres Verhaltens vor dem Löthrohre für regulär krystallisirte Titansäure angesprochen worden sind. Wie es scheint, war O. Volger der erste, welcher dieses Mineral für »Perowskit« hielt, denn er sagt*): »es ist bemerkenswerth, dass in dem körnigen Calcite zu Schelingen auch Perowskit in würfeligen Krystallen vorkommt. Dieses Vorkommen finde ich in keinem der mineralogischen Werke, welche mir zur Hand sind, bemerkt. Ohne Zweifel ist es aber das nämliche hexaëdrische Titanerz von Vogtsburg am Kaiserstuhl, welches Walchner in Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie 1825, Bd. I, p. 516 bereits notirt hat, als der Perowskit noch lange unbekannt war«. —

Zum Zwecke der Gewinnung grösserer Mengen des von mir früher**) »Koppit« genannten, sowie auch des von Volger als Perowskit bezeichneten Minerals aus den Kalksteinen von Schelingen und Vogtsburg habe ich im Laufe der Zeit beträchtliche Quantitäten jener Gesteine in Salzsäure aufgelöst und aus den dabei fallenden Rückständen, welche vorwaltend aus Magnoferrit, sehr porösem Quarz, Glimmer etc. bestehen, die betreffenden Krystalle aufbereitet; aber niemals habe ich neben den aus Schelinger Kalkstein gewonnenen Koppit-Krystallen solche von Perowskit gefunden, während in der That neben den sogen. Perowskitkrystallen aus

---

*) Pogg. Ann. 96. (1855) p. 559.

**) Jahrb. f. Min. 1875. Mitth. des oberrhein. geolog. Vereins. p. 66.

Vogtsburger Kalkstein wohlausgebildete Koppitkrystalle, wiewohl in sehr untergeordneter Anzahl, auftreten. Jedoch kann ich hier nicht entscheiden, ob die Angaben bezüglich des Vorkommens von Perowskitkrystallen bei Schelingen auf Beobachtungen an früheren, vielleicht jetzt ausgegangenen Gesteinsabänderungen beruhen, oder auf irrthümlichen Bezeichnungen der Etiquetten in Sammlungen.

Unterstützt durch gelegentliche gute Anbrüche war ich im Stande, allmälig von jedem der beiden Mineralien, Koppit und sogen. Perowskit, an 50 Gramm zu sammeln, von welchen die auserlesenen besten Krystalle der Sammlung unserer Hochschule einverleibt, das weniger durch Gestalt ausgezeichnete Material für analytische Untersuchungen, wenigstens theilweise, verwendet wurde.

Eine chemische Untersuchung des sogen. Perowskits von Vogtsburg wurde indessen erst um das Jahr 1856 von F. Seneca *) in Karlsruhe ausgeführt. Zwei von ihm ausgeführte Analysen stimmten merkwürdigerweise sehr gut mit bekannten Analysen des Perowskits von anderen Fundorten überein, ich sage merkwürdigerweise, weil trotz einer wesentlich anderen procentischen Zusammensetzung des Vogtsburger Minerals die von Seneca angewandten analytischen Methoden richtig durchgeführt mit Nothwendigkeit zu unrichtigen Resultaten gelangen lassen mussten. Der Grund davon liegt in der Gegenwart von Stoffen, welche deshalb leicht übersehen werden können, weil sie gegenseitig ihr chemisches Verhalten der Art beeinflussen, dass bei Anwendung der gewöhnlichen Scheidungsmethoden es sogar mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist, den qualitativen Nachweis ihres Daseins zu liefern. Der Vergleichung wegen führe ich unter I und II die Analysen des Vogtsburger Perowskit von Seneca auf, unter III die des Perowskits vom Findelengletscher nach Brooks:

	I.	II.	III.
Titansäure	58,95	59,30	59,12
Kalkerde	35,69	35,94	35,81
Eisenoxydul	6,23	5,99	6,11
	100,87	101,23	101,04

Ich setze hierbei voraus, dass die Analysen des wahren Perowskits von Brooks, Jacobson und Damour den wirklichen Thatbestand ausdrücken.

Mehrfach wiederholte Prüfungen des Vogtsburger Minerals vor dem Löthrohre, besonders das Verhalten desselben gegen Phosphorsalz- und Boraxschmelze, erregten in mir den Verdacht, dass jenes neben Titansäure auch noch Niobsäure enthalte. Wie leicht nämlich reine Titansäure bei ziemlich früh eintretender Uebersättigung der Phosphorsalzperle die charak-

*) Ann. Chem. Pharm. **104**. p. 371.

teristischen grossen rhomboëdrischen Krystalle von phosphorsaurem Titansäure-Natron erzeugt, in der Boraxperle aber wohl erkennbare lang- oder kurzprismatische Krystalle des quadratischen Rutils, so gelingt die Darstellung beider in dem Masse unvollkommener, als das Mengenverhältniss der Niobsäure zur Titansäure zunimmt.

Jener Verdacht, dass der sogen. Vogtsburger Perowskit neben Titansäure noch Niobsäure enthalte, gestaltete sich nach Anwendung der Chlorprobe zur Gewissheit; denn die aus dem Minerale, nach Aufschluss desselben mit zweifach schwefelsaurem Kali und Kochen der in Wasser aufgelösten Schmelze, fallenden Säuren, getrocknet und mit Kohle einem Chlorstrom bei Rothglut ausgesetzt, lieferten sogleich neben flüssigem Titanchlorid ein reichliches Sublimat von gelbem Niobchlorid neben weissem Nioboxychlorid.

Durch diesen Nachweis der Gegenwart von Niobium musste zum Zweck der Analyse das von Seneca angewandte einfache Verfahren wesentlich abgeändert werden. Die Beantwortung der Frage: »aber wie?« gehörte zu den schwierigsten Aufgaben, welche die Zerlegung des Minerals darbot, und der vorliegende Fall zeigt wieder recht klar, wie jedes Mineral seine eigene analytische Methode fordert, welche häufig erst durch vielfache vergebliche Versuche mit ihm gefunden werden muss *).

2. Methoden der Analyse des Dysanalyts.

Die ersten Versuche, Titansäure und Niobsäure von einander zu trennen, habe ich nach den Methoden ausgeführt, welche in Heinr. Rose's Handbuch der analytischen Chemie, 6. Aufl. angegeben sind. Die vollständig erkaltete Schmelze des feinpulverisirten Minerals mit zweifach schwefelsaurem Kali wurde in kaltem Wasser gelöst, wobei Niobsäure rückständig bleibt und Titansäure in Lösung geht, sammt dem gebildeten schwefelsauren Kalk, wenn hinreichend Wasser vorhanden ist. Das Filtrat von der Niobsäure, gekocht und mit überschüssigem Ammoniak gefällt,

*) Wenn Rammelsberg sagt (Handb. der Mineralchemie. 2. Aufl. Thl. I. p. 15): »nur durch lange Uebung lässt sich die erforderliche Sicherheit bei Analysen gewinnen, eine vielseitige Erfahrung ist nöthig, um über die Anwendbarkeit der Methoden für einen gegebenen Fall zu entscheiden, und so kommen zuweilen Aufgaben vor, welche ebenso sehr den Scharfsinn, als die Geschicklichkeit des Analytikers auf die Probe stellen. Neben fortgesetzter Uebung ist die Leitung eines erfahrenen Lehrers von grosser Wichtigkeit etc.«; — so ist das ganz besonders für die Mineralogen beherzigenswerth, denen die Erbschaft der analytischen Chemie in dem Maasse zufällt, in welchem die Chemiker mit der Kohlenstoffchemie beschäftigt sind.

Die Pflicht der Dankbarkeit fordert es von mir, bei dieser Gelegenheit so mancher freundlichen Anregung und Auskunft zu gedenken, welche ich in schwierigen Lagen durch Herrn Geheimen Rath Bunsen zu Heidelberg erfuhr.

scheidet Titansäure und Eisenoxyd ab, während Kalk in Lösung bleibt, us welcher er mit Oxalsäure gefällt werden kann. Eisenoxyd und Titansäure wurden zusammen gewogen, darauf mit zweifach schwefelsaurem ali wiederum aufgeschlossen, mit verdünnter Weinsäure gelöst, die Lösung t Ammoniak alkalisch gemacht, und aus ihr das Eisen mit Schwefelmonium gefällt. Die aus dem Schwefeleisen erhaltene Menge von Eisend für sich gewogen und von der früher gewogenen Summe von $_2$ + Fe_2O_3 subtrahirt, ergab die Menge Titansäure. Auf diesem Wege ngte ich nach mehrfachen, nahe übereinstimmenden Analysen zu folen mittleren Zahlen:

Titansäure	58,19
Niobsäure	14,28
Kalkerde	22,67
Eisenoxydul	4,28
	99,42.

eses übrigens auch nicht richtige Resultat stimmt auffallend mit dem n e c a gefundenen, unter der Voraussetzung, dass dieser Analytiker nme von Kalkerde und Niobsäure lediglich als Kalkerde bestimmt ndessen lohnt es nicht auf die Ursachen dieser Uebereinstimmung Seneca'schen Zahlen näher einzugehen; man kann sich leicht berzeugen, dass, wenn man jene 58,19 Proc. Titansäure wiederum ifach schwefelsaurem Kali schmilzt und in gleicher Weise, wie ehandelt, man abermals einen ungelösten Rückstand behält, und so Bürgschaft dafür, ob die rückständige Niobsäure auch frei von e sei. Der Niobsäuregehalt erhöhte sich auf solche Weise auf während die Titansäure dadurch auf 47,47 Proc. herabsinkt. Dabei rhaltenen Niederschläge einander so ähnlich, dass jedes Merkmal heilung ihrer Reinheit fehlt. Stimmen diese zuletzt erhaltenen h ziemlich gut mit später nach anderen Methoden erhaltenen, n sich doch stets im Ungewissen. Ich habe diese Versuche nicht gesetzt um etwa zu erfahren, ob sie bis ins Unendliche fortge- n immer kleiner werdenden Rückstand von Niobsäure liefern, ser nach zweimaligem Aufschliessen der Titansäure mit zweielsaurem Kali seine Grenze rasch erreicht habe.

hen Schwierigkeiten begegnet man auch bei der Trennung n durch Schmelzen mit kohlensaurem Kali, wobei sich niob- ösen und titansaures zurückbleiben soll.

vendung der beschriebenen Methode ist vorausgesetzt worden, len genannten Bestandtheilen keine anderen in dem Minerale ein. Eine eingehendere Untersuchung der verschiedenen liess indessen erkennen, dass auch diese Voraussetzung un-

richtig war. Je nachdem man die analytische Methode abänderte, erhielt man bezüglich der Bestimmung der Säuremengen oder des Kalkerdegehaltes sehr verschiedene Resultate. Die grössesten Kalkerdemengen, als oxalsaures Salz schwach geglüht, damit sie in kohlensauren Kalk umgewandelt werden, in verdünnter Salzsäure gelöst, hinterliessen einen Körper, der sich durch sein Verhalten entschieden als vorwaltendes Ceroxydul, gemischt mit Didym und wahrscheinlich auch Lanthan, erwies. Nach dem Glühen war dieses Gemisch zimmtbraun, in conc. Schwefelsäure gelöst und mit Ammoniak gefällt weiss, rasch an der Luft von Ceroxydoxydul hellgelb werdend, etc. Durch die Gegenwart dieser Körper wird die Analyse des Minerals noch verwickelter. Fällt man nämlich die Lösung des mit zweifach schwefelsaurem Kali aufgeschlossenen Minerals mit Ammoniak, so fallen mit Titan- und Niobsäure auch die Ceroxyde. Hat man vor dem Zusatze von Ammoniak dieselbe Lösung mit Weinsäure versetzt und fällt nachher den Kalk mit Oxalsäure, so fallen die Ceroxyde mit der Kalkerde als oxalsaure Salze. Je nachdem man also zur Lösung der Schmelze Weinsäure hinzugefügt hat, oder nicht, wird man im Verlauf der Analyse die Cermetallé bei den Basen oder bei den Säuren zu suchen haben.

Hat man in besonderen Proben die Menge der Säuren der Ceroxyde, ferner Kalkerde und Eisenoxyd bestimmt, so fehlen immer noch nahe 6 Proc. an 100. Durch besondere Ermittelungen wurde gefunden, dass diese 6 Proc. theilweise aus Natron, mit Spuren von Kali, etwa zu 3,5 Proc. und aus Kieselsäure bestehen, welche in Gestalt äusserst poröser, weisser Partikel, theilweise auch in erkennbaren Pyramiden *) mit ∞P dem Minerale mechanisch beigemengt ist. Auch lehrt die mikroskopische Untersuchung des nicht von zweifach schwefelsaurem Kali angreifbaren geringen Restes, dass neben diesem Quarz auch Splitter eines pyroxenartigen Körpers auftreten.

Ebenso wurde durch besondere Prüfungen nachgewiesen, dass geringe, aber wägbare Quantitäten Mangan vorhanden seien, sehr wenig Thonerde, und Spuren von Magnesia und Fluor.

Da mit Niobsäure und Titansäure häufig auch Tantalsäure, Thorsäure, Zirkonsäure etc. vergesellschaftet zu sein pflegen, so habe ich grössere Mengen, 6 bis 7 Gramm des Dysanalyts mittelst Fluorwasserstoffs aufgeschlossen, was sehr leicht von statten geht, Fluorkalium hinzugesetzt, die heisse und verdünnte Lösung vom gebildeten Fluorcalcium abfiltrirt und concentrirt, um durch fractionirte Krystallisation die nadelförmigen schwerlöslichen Krystalle von Fluortantalkalium zu erhalten. Es gelang mir indessen nicht, auch nur geringe Mengen von Tantal zu entdecken. Die gewonnenen Fluordoppelsalze bestanden lediglich aus F l u o r t i t a n k a l i u m

*) Deutlicher sieht man diese Krystalle im Koppit-Kalkstein von Schelingen.

und Kalium-Nioboxyfluorid, mit allen Eigenschaften, welche uns Marignac in so exacter Weise kennen gelehrt hat.

Auch Zinnsäure, Zirconsäure, Thorsäure und Wolframsäure war in dem Minerale nicht zu entdecken.

Durch Marignac's Fluorirungsmethode konnte allerdings die Abwesenheit des Tantals, neben Titan und Niob nachgewiesen werden, wie mir denn jenes Element bei Untersuchungen von Mineralien und Gesteinen des Kaiserstuhles niemals begegnet ist; eine Trennung des Niobs vom Titan aber ist wegen der geringen Löslichkeitsunterschiede und wegen der Isomorphie ihrer Fluor-Doppelsalze unmöglich. Sagt doch Marignac*) selbst. gelegentlich der Analysen vom Columbit: »aber es ist mir unmöglich, annähernd anzugeben, wie gross der Gehalt an Titansäure ist. Denn ich kenne keine Methode, nach welcher man Titansäure von der Niobsäure auch nur mit entfernt annähernder Genauigkeit scheiden könnte«.

Allerdings hat Marignac eine Bestimmung der Titansäure neben Niobsäure auf dem Wege bewirkt, dass er die chlorwasserstoffsaure Auflösung beider mit Zink reducirte und darauf mit einer Lösung von übermangansaurem Kali titrirte, ebenso Rammelsberg**) dadurch, dass er die Kaliumdoppelfluorüre beider Körper in saurer Lösung mit einer gewogenen Menge von Kupfer digerirte und aus dem Gewichtsverlust des Kupfers den Gehalt an Titansäure berechnete, aber beide Methoden geben keinen Anhalt zur Beurtheilung der Genauigkeit, mit welcher sie angewandt werden können. So liegt denn die Hauptschwierigkeit, den Pseudo-Perowskit von Vogtsburg zu analysiren, wesentlich in dem Mangel einer zuverlässigen Methode der Trennung von Titan und Niob begründet.

Einer solchen Sachlage gegenüber habe ich versucht die bekannte Verschiedenartigkeit der Aggregatzustände der Chlorverbindungen beider Körper zu benutzen, um zum Ziele zu gelangen. Die Resultate, welche ich auf diesem Wege erhielt, lassen mich hoffen, dass in den Händen geschickterer Analytiker die Methode der Chlorirung zu einer befriedigenden Scheidung von Titan und Niob ausgebildet werden kann. Ich muss deshalb mit möglichster Genauigkeit mittheilen, wie ich die Versuche anstellte, und zu welchen Ergebnissen dieselben führten.

Behandlung der Proben. Etwa 1 Gramm des Minerals oder etwa $^1/_2$ Gramm des zu prüfenden Gemenges beider Säuren wurde im Achatmörser äusserst fein zerrieben. Durch Glühen von Stärke bei Luftabschluss im Platintiegel wurde eine poröse Kohle dargestellt, welche ebenfalls möglichst fein für sich, und darauf mit jenen Proben innig zusammengerieben wurde. Dieses Gemisch, in dem etwa 1 Theil des Minerals oder

*) Ann. Chem. Pharm. IV. Supplbd. pag. 329.: Ueber Niobverbindungen.

**) Monatsber. d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin vom 17. April 1871. pag. 188.

der Säuren auf 3 Theile Kohle enthalten ist, wird behutsam in ein Porzellanschiffchen gebracht und nochmals mit einer dünnen Schicht von feingepulverter Kohle gedeckt, damit nicht etwa an der Oberfläche liegende Theile des Minerals dem reducirenden Einflusse entzogen werden. Die Kohle wie das Gemisch derselben mit den Proben setzen sich recht gut im Schiffchen zusammen, wenn man deren Pulver mit starkem Alkohol in Breiform einträgt, um gleichzeitig das Stäuben zu verhindern und die Schale mit Alkohol nachwäscht. Alsdann lässt sich der Alkohol durch Entzünden von oben her abbrennen, worauf das Schiffchen sammt Inhalt über der Gasflamme, geschützt durch aufgerolltes Platinblech, bis fast zur Rothglut erhitzt und noch heiss in den Chlorirungs-Apparat gebracht wird.

Der Chlorirungsapparat besteht 1) aus dem Chlorentwickelungsgefässe, welches 2) mit einem guten Trockenapparate in Verbindung steht. Dieser Trockenapparat ist zusammengesetzt aus einem mit Wasser gefüllten Kali-Apparat, damit die entweichende Salzsäure absorbirt werde, und aus einem mit Schwefelsäure gefüllten Glase, aus welchem das Chlor nochmals durch ein mit Glasperlen gefülltes U-Rohr streicht, dessen Inhalt mit conc. Schwefelsäure benetzt ist. Dieser Apparat wird in Verbindung gesetzt 3) mit einem etwa 1 Meter langen Verbrennungsrohre von schwerschmelzbarem Glase. Dasselbe nimmt, nachdem es sorgfältig ausgetrocknet worden, die zur Chlorirung bestimmten Proben im Porzellanschiffchen auf und endigt in eine nach abwärts gebogene Spitze, die durch einen Kautschukstopfen in ein mit Kugeln versehenes U-Rohr reicht. 4) Dieses U-Rohr ist dazu bestimmt, die Dämpfe des Titanchlorides aufzunehmen; es wird zu dem Zwecke theilweise mit absolutem Alkohol gefüllt und in einem umgebenden Gefässe stark mit Eiswasser oder Schnee abgekühlt. Der zweite Schenkel des U-Rohrs wird ebenfalls durch einen gleichen Stopfen geschlossen, aus welchem ein Gasleitungsrohr, um etwaige Verluste zu vermeiden, endlich nochmals in ein Gefäss mit Alkohol ragt. 5) Das Verbrennungsrohr liegt in einem Bunsen'schen Gas-Verbrennungsofen für organische Analysen.

Nachdem der ganze Apparat gasdicht geschlossen, und aus ihm alle Luft durch Chlor verdrängt worden, was man leicht daran erkennt, dass im Alkohol alles Chlor absorbirt wird und keine Blasen mehr aufsteigen, erhitzt man das Glasrohr allmälig bis zur Rothglut an der Stelle wo die Probe liegt, während der Chlor-Strom nur sehr langsam den Apparat durchstreicht. Bei beginnender Rothglut entstehen Dämpfe von Niob- und Titanchlorid, welche sich in den kälteren Regionen des Glasrohres verdichten. Wenn auch die grösseste Menge gebildeten Niobchlorids sich in der Nähe der Probe absetzt, ein anderer Theil wird durch das sich entwickelnde Kohlenoxydgas mit fortgerissen und als dünner Beschlag längs des ganzen Rohres geführt. Titanchlorid verdichtet sich zum grossen Theil in flüssiger

Form bereits im Glasrohre und wird von dem voluminösen Niobchlorid wie von einem Schwamm aufgesaugt.

Ist die Chlorirung der Proben vollendet, so treibt man unter fortgesetzter Chlorentwickelung mit einer Gasflamme vorsichtig das flüssige Titanchlorid vom festen Niobchlorid ab, was leicht gelingt, da ersteres bei einer viel niedrigeren Temperatur verdampft, als letzteres, und führt so alles Titanchlorid in das U-Rohr, in welchem es mit dem Alkohol Titansäure-Aether bildet. Ist alles Titanchlorid aus dem Niobchlorid entfernt, so nimmt dieses eine hellere Farbe an und lässt sich durch stärkeres Erhitzen leicht von einem Ort zum anderen treiben.

Hat man zur Chlorirung das eisenhaltige rohe Mineral angewandt, so erzeugt sich gleichzeitig ein fast zinnoberrothes Sublimat, welches man für ein Wolframchlorid halten möchte, indessen wie es scheint, nur eine Verbindung von Niobchlorid mit Eisenchlorid ist, denn specielle Prüfungen auf Wolfram führten zu negativen Ergebnissen, und Eisen konnte positiv darin nachgewiesen werden. Bei Luftzutritt in der Wärme nimmt diese rothe Verbindung eine prachtvolle pfirsichblüthrothe Farbe an. Ist nach Abtreibung des Titanchlorides vom Niobchlorid an der Mündung des zur Spitze ausgezogenen, in das U-Rohr ragenden Glasrohres die letzte Spur von Flüssigkeit verschwunden, so kann man den Process als vollendet betrachten. Die ganze Operation lässt sich im Verlauf von 1 bis $1^1/_2$ Stunden durchführen.

Das U-Rohr mit absolutem Alkohol enthält alle Titansäure in Gestalt von Titansäureäther. Während der Operation gehen keine weissen Dämpfe über das U-Rohr hinaus. Giesst man nun den Inhalt dieses Rohres in stark gekühltes Wasser, denn bei der Mischung entsteht eine bedeutende Wärmeentwickelung, und setzt darauf Ammoniak überschüssig hinzu, so fällt alle Titansäure vollständig aus. Beim Kochen färbt sich die Flüssigkeit, wohl von gebildetem Adehydharz, tief braun, sie enthält, nachdem sie von der Titansäure abfiltrirt worden, keinen feuerbeständigen Körper, denn zur Trockne verdunstet, bleibt nach verdampftem Salmiak keine Spur eines Rückstandes. Die auf dem Filter befindliche Titansäure wird getrocknet, geglüht und gewogen.

Das im Glasrohre befindliche Niobchlorid und Nioboxychlorid löst sich vollständig in Salzsäure. Es kann durch Nachspülen damit aus dem Rohre entfernt und in einem Becherglase gesammelt werden. Mit Ammoniak gefällt und filtrirt, kann man die Niobsäure mit derselben Genauigkeit wie Titansäure bestimmen. Das ammoniakalische Filtrat eingedunstet und der restirende Salmiak verdampft, hinterlässt ebenfalls keine Spur eines Rückstandes. Es kann also keine Wolframsäure mit der Niobsäure gemengt gewesen sein, weil diese sich als Ammoniaksalz in

oder sehr annähernd zu der Formel

$$\left| \begin{array}{l} 6\,R\,Ti\,O_3 \\ \quad R\,Nb_2\,O_6 \end{array} \right| .$$

Diese Formel lässt den Dysanalyt als mit dem Pyrochlor nahe verwandt erscheinen.

4. Charakteristik des Dysanalyts und seine Beziehungen zu Pyrochlor, Perowskit und Koppit.

An den Krystallen des Dysanalyts von Vogtsburg habe ich kein Merkmal finden können, welches mich an seiner regulären Krystallform zweifeln liesse.

Es sind Würfel, ohne jede Andeutung anderer Combinationen, welche auch, wie das Seneca schon angiebt, würfelig spalten. Seneca bestimmte mit kleinen Quantitäten das spec. Gew. zu 4,02. Ich wandte 2,5 Gramm der Substanz an (kleine Krystalle) und fand das sp. G. vermittelst des Pyknometers = 4,13, einen Werth, welcher mit Rücksicht auf die kleinen Beimengungen von Quarz und Pyroxen und auf einen etwa 0,9 bis 1,0 betragenden Gehalt eingeschlossenen Wassers als etwas zu niedrig betrachtet werden darf.

Mit der Deutung und Classification dieses Minerals, welches wegen seiner schwierigen Analysirbarkeit bis auf Weiteres »Dysanalyt« zu nennen mir erlaubt sein möge, betrete ich ein bisher von Rammelsberg *) bearbeitetes Gebiet. Dieser untersuchte vorzugsweise Pyrochlore, welche aus Feldspath-Gesteinen, oder allgemeiner aus Silicatgesteinen stammen. Ich habe nie Gelegenheit gefunden, hinreichendes und zuverlässiges Material derselben Art zu gewinnen, um damit analytische Untersuchungen auszuführen. Die meinigen beziehen sich nur auf solche Niobate und Titanate, welche im Kalkstein des Kaiserstuhls vorkommen und ein solcher Unterschied in der Paragenesis ähnlicher Körper mag wohl Unterschiede in der chemischen Constitution nach sich ziehen, welche zu erkennen und aufzuklären ein schönes, aber jedenfalls nicht leicht zu erreichendes Ziel wissenschaftlicher Thätigkeit ist. Die Schwierigkeiten der Trennung der Metallsäuren, sowie der Bestimmung des Fluorgehaltes in pyrochlorartigen Körpern kennend, beschränke ich mich darauf nur die Unterschiede festzustellen, welche aus der Vergleichung der von Rammelsberg und von mir untersuchten pyrochlorähnlichen Mineralien hervorgehen und das hervorzuheben, was sie mit einander gemein haben.

Nach Rammelsberg sind alle Pyrochlore regulär krystallisirende

*) Berl. Acad. Ber. 17. April, 10. Aug. u. 27. Novbr. 1871, vergl. Handb. d. Mineralchemie 2. Aufl. II. Thl. p. 372.

isomorphe Mischungen von Fluoralkalimetallen (NaF, KF) mit Niobaten, Titanaten und Thoraten, welche letzteren von der Form $R\,TiO_3$ und $R\,ThO_3$ ebensowohl mit $R\,Nb_2O_6$ als mit $R_2Nb_2O_7$ gleichgestaltig sein sollen. Dagegen findet sich das Niobat $R_3Nb_2O_8$ nur im quadratischen Fergusonit (Yttrotantalit, Tyrit, Bragit) und hier mit analogen Tantalaten gemischt. Indem er in dem von mir Koppit*) genannten pyrochlorartigen Körper einen Fluorgehalt von 6,32 Proc. voraussetzt, giebt er diesem die Formel $5(Na, K)F + 3R_3Nb_2O_7$ und bringt ihn dadurch in Zusammenhang mit dem Pyrochlor von Fredriksvärn, von der Form:

$$NaF + \left|\begin{matrix} R_2 & Nb_2 & O_7 \\ R & Ti & O_3 \end{matrix}\right|,$$

während in dem von Miask und Brevig die Niobate als $R\,Nb_2O_6$ enthalten sind.

Dass in dem Koppit ein so hoher Fluorgehalt nicht enthalten sein konne, wie ihn Rammelsberg annimmt, habe ich früher (l. c.) bereits mitgetheilt. Während Bromeis darin 1,16 Proc. Fluor fand, erhielt ich mit einer Methode, welche sich auf den Gewichtsverlust des aus dem Mineral entweichenden Fluors in Gestalt von Fluorsilicium stützt, und welche eher einen zu grossen, als zu geringen Fluorgehalt anzuzeigen geeignet ist, in zwei Versuchen die Procentzahlen 1,28 und 1,82. Um mich nochmals des geringeren Fluorgehalts zu vergewissern, habe ich im Zusammenhange mit vorliegenden Untersuchungen wiederum auf anderem Wege den Fluorgehalt im Koppit sowohl, als im Dysanalyt zu bestimmen gesucht. 2,5 Gr. feingepulverten Koppits wurden mit chemisch abgeschiedener Kieselsäure gemischt und in einem Glaskolben mit conc. Schwefelsäure vollkommen zersetzt; das entweichende Fluorsilicium aufgefangen in einem mit Kugeln versehenen kleine U-Rohre, welches als Sperrflüssigkeit eine Lösung von zweifach kohlensaurem Kali enthielt. Nach vollendeter Operation scheidet diese Lösung, mit Salpetersäure neutralisirt und mit überschüssigem, kaustischem Ammoniak erhitzt, alle Kieselsäure ab, welche, nachdem sie mit der Salzmasse zur Trockne gebracht worden, nach Auflösung jener in einer minimalen Menge Wassers ungelöst zurückbleibt, filtrirt und gewogen, als Aequivalent für den Fluorgehalt in Rechnung gezogen wurde. So fand ich im Koppit einen Fluorgehalt von 1,05 Proc., nahe übereinstimmend mit dem Resultat von Bromeis; im Dysanalyt nur unwägbare Spuren. Dieser Fluorgehalt entspricht, um Fluornatrium zu bilden, einer Quantität von 1,78 Proc. Natron, einer Quantität, welche im Verhältniss zum Gesammtgehalt der Alkalien im Koppit (nämlich 11,75 Proc.) sehr unbedeutend ist und wohl nicht als von wesentlichem Einfluss auf die Constitution des Minerals betrachtet werden kann.

---

*) Jahrb. f. Min. 1875. p. 66.

Vernachlässigt man den geringen Gehalt des Koppits an Fluor und bringt dafür ein Aequivalent Sauerstoff in Rechnung, so ist das Sauerstoffverhältniss von $RO : Nb_2O_5$ darin $= 9,18 : 18,48$
oder fast genau $= 1 \quad : 2$.
Das entspricht der Formel $R_5 Nb_4 O_{15}$; oder will man diese auf die, den Phosphorsäuren entsprechenden und von Rammelsberg für die natürlichen Niobate in Anspruch genommenen Sättigungsstufen zurückführen, der Formel:

$$\left| \begin{array}{l} R_3 Nb_2 O_8 \\ R_2 Nb_2 O_7 \end{array} \right|$$

Die Hauptunterschiede des Koppits und Pyrochlors bestehen demnach darin:

1) dass im Koppit der sehr kleine Fluorgehalt nicht ausreicht, um die grossen Mengen von Alkalimetall zu sättigen;
2) dass die Titanate und Thorate darin fehlen;
3) dass die Sättigungsstufe $R_3 Nb_2 O_8$ darin auftritt.

Näher verwandt mit Pyrochlor ist offenbar der Dysanalyt, welcher entweder eine Verbindung von 1 Molekül des Niobats $R Nb_2 O_6$ mit 6 Molekülen des Titanates $R Ti O_3$, oder eine isomorphe Mischung beider darstellt, während der Fluorgehalt verschwindend klein ist.

Pyrochlor, Koppit und Dysanalyt haben gemeinschaftlich die reguläre Krystallform, theils Oktaëder, theils Würfel.

Betrachtet man mit Rammelsberg in den Pyrochloren das Glied RF als wesentlich, so stehen die beiden Mineralkörper aus dem Kalkstein des Kaiserstuhls näher dem Perowskit als dem Pyrochlor. In Rammelsberg's Sinne würden Koppit und Perowskit die Endglieder einer Reihe isomorpher Mischungen repräsentiren, wollte man annehmen, dass alle drei Sättigungsstufen des Niobates, mit 1, 2 und 3 At. Metall, isomorph mit dem Titanate $R Ti O_3$ seien. Zu dieser Auffassung liegt indessen bezüglich des Koppits um so weniger Grund vor, als das dreibasische Niobat bisher nur in dem quadratischen Fergusonit vorausgesetzt worden ist. Mag dies aber sein, wie es wolle, jedenfalls ist das reine Niobat »Koppit« in regulärer Krystallform ebenso als eine selbständige Species aufzufassen, als das reine Titanat »Perowskit«. Dysanalyt würde zwischen beiden stehen.

XXIII. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

(Hierzu Tafel XIII.)

1. E. Bertrand (in Paris): **Topas von Framont.** Bei der Isolirung von Phenakitkrystallen von Framont aus der Gangmasse, wurden in letzterer kleine (1^{mm} hohe, 2^{mm} dicke), ringsum ausgebildete Krystalle von Topas gefunden. Im Habitus glichen sie denjenigen von Ehrenfriedersdorf in Sachsen, s. Des-cloizeaux, Man. de Min. T. I, Pl. XXXVIII, Fig. 225; sie zeigten folgende bereits bekannte Formen:

(201) $2\breve{P}\infty$	vorherrschend	(140) $\infty\breve{P}4$
(120) $\infty\breve{P}2$	vorherrschend	(250) $\infty\breve{P}{}^5/_2$
(130) $\infty\breve{P}3$	vorherrschend	(230) $\infty\breve{P}{}^3/_2$
(110) ∞P		(210) $\infty\bar{P}2$
(010) $\infty\breve{P}\infty$		(112) $^1/_2 P$

Endlich die beiden bisher am Topas noch nicht beobachteten Prismen

(5. 11. 0) $\infty\breve{P}{}^{11}/_5$
(7. 13. 0) $\infty\breve{P}{}^{13}/_7$

Diese wurden bestimmt (an mehreren Krystallen) durch die Messungen:

		berechnet:
(5. 11. 0) (110)	$= 21^0\ 9'$ bis $21^0\ 12'$	$21^0\ 27'$
(7. 13. 0) (110)	$= 16^0\ 11'$ bis $16^0\ 30'$	$16^0\ 37'$.

Die optischen Axenwinkel (für Gelb) in Oel und in Luft betragen:

$2H_a = 71^0,\ 2E = 111^0$ appr.

Briefl. Mitth.

2. P. Groth (in Strassburg): **Ein Beitrag zur Kenntniss des Quarzes** (mit Taf. XIII, Fig. 1—5). Vor Kurzem sandte mir Herr H. Fischer einige brasilianische Amethystkrystalle, welche er für das mineralog. Museum der Freiburger Universität erworben hatte, und zugleich stellte mir Herr C. Hintze hierselbst eine grössere Zahl ähnlicher Exemplare, welche er von derselben Quelle, wie Prof. Fischer, acquirirt hatte, zur Verfügung. Die Untersuchung derselben ergab Folgendes:

Sämmtliche, schön violblau gefärbte und 1—2 Zoll im Durchmesser haltende Krystalle zeigen am Ende die Basis, aber stets ganz rauhflächig; während dieselbe zuweilen ganz unregelmässig mit kleinen Erhöhungen bedeckt ist, lässt sich doch oft eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen, indem nämlich auf jener Fläche drei Wülste hervortreten, zwischen denen sich ebenso viele Einsenkungen befinden, welche über den Flächen von r gelegen sind (s. Fig. 2, Taf. XIII). Nur sehr selten liegen umgekehrt über den letzteren Flächen die Wülste, und alsdann ist eine kleine dreiseitige Einsenkung in der Mitte der Basis zu bemerken (Fig. 1).

Die vorherrschenden Flächen sind diejenigen der beiden primären Rhomboëder r $(10\bar{1}1)$ $+R$ und r' $(01\bar{1}1)$ $-R$, während weiter unten die Krystalle

stets verbrochen sind und nur selten noch ein Stück einer Prismenfläche zeigen. Wahrscheinlich rühren sie aus einer grossen Geode her, in welche sie nur mit jenen pyramidalen Flächen hineinragten, wie dies bei Amethystdrusen so häufig der Fall ist. Die Flächen der beiden Rhomboëder sind nun in bemerkenswerther Weise verschieden. Diejenigen, welche die durchschnittlich grössere Ausdehnung besitzen, also nach den sonstigen, am Quarz gesammelten Erfahrungen als die positiven zu nehmen sind, zeigen regelmässige, dem Umriss der Flächen parallel laufende, festungsartige Zeichnungen (s. Fig. 1, 2), welche gewöhnlich am Rande, von diesem und von einander, noch durch glänzende, nur mit sehr flachen, rundlichen Erhöhungen bedeckte Flächentheile getrennt sind, nach innen aber näher zusammenrücken und schliesslich einen mittleren Raum umschliessen, welcher durch zahllose kleine scharfkantige Vertiefungen (deren Form sogleich bestimmt werden soll) ganz rauh erscheint. Manchmal ist jedoch die ganze *r*-Fläche von dieser letzterwähnten Beschaffenheit. Diese festungsartigen Linien werden durch Rinnen gebildet, welche im Grossen zwar gradlinig, unter der Lupe aber runzelig und ausgezackt erscheinen; mit dem Mikroskope erblickt man darin einzelne Eindrücke von spitz dreieckiger Gestalt (s. *b* Fig. 2), wie es scheint, gebildet von *r*, *r'* und $(10\bar{1}0)$ ∞R; diese sind in den Rinnen indess so zusammengehäuft, dass eine nähere Bestimmung nicht möglich ist; deutlicher erscheinen sie dann, wenn sie zerstreut auf den glatten Theilen der *r*-Flächen liegen. Die negativen Rhomboëderflächen *r'* zeigen nur rundliche Erhöhungen, etwas dichter gehäuft, als die auf *r*, sind aber stets glänzend. Auf den unteren Theilen der pyramidalen Flächen beobachtet man oft noch sehr tiefe Löcher (s. Fig. 1), erfüllt mit einem, offenbar von einem fremden, zersetzten Mineral herrührenden, weissen Pulver, welches auch zuweilen ganze Flächen mit weissem Beschlag überzieht, und zwar besonders die von *r*, weil er hier der erwähnten Vertiefungen wegen am besten haftet.

Ausser den genannten Flächen zeigen die Krystalle nun aber noch ziemlich breite Abstumpfungen der rhomboëdrischen Polkanten, mit *m* bezeichnet, welche deshalb von Interesse sind, weil sie einer Form mit sehr einfachen Indices angehören, welche trotzdem am Quarz höchst selten zu sein scheint, da sie, soweit dem Verf. bekannt, bisher nur an einigen Striegauer Krystallen von W e b s k y *) beobachtet worden ist. Da meistens *r* vorherrscht, so ist der normale Fall der, dass alle drei Kanten dieser Form schräg abgestumpft sind, wie es Fig. 1 darstellt; doch findet sich eine gleiche Abstumpfung auch da, wo zufällig zwei *r'*-Flächen in einer rhomboëdrischen Polkante zusammenstossen. Da nun endlich auch mehrfach beide Fälle an demselben Krystall zusammen vorkommen (s. Fig. 3) — nämlich jedesmal dann, wenn auf der einen Seite zwei *r*-, auf der anderen zwei *r'*-Flächen eine rhomboëdrische Kante mit einander bilden, — so kann kein Zweifel sein, dass man es in beiden Fällen mit derselben Form zu thun hat, also derjenigen Abstumpfung der Polkanten von *r*, welche zugleich in der Zone *r' r'* liegt: dieser Bedingung genügt aber nur diejenige Fläche, welche auf die pyramidalen Kanten zwischen *r* und *r'* symmetrisch aufgesetzt ist, d. h. die **t r i g o n a l e P y r a m i d e**:

$$m_r = (1\bar{2}13) \ \frac{^2/_3 P 2}{4} \ r$$
$$m_l = (2\bar{1}\bar{1}3) \ \frac{^2/_3 P 2}{4} \ l.$$

*) Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1865, XVII, 348; vgl. auch Jahrb. f. Min. etc. 1871.

Die so durch zwei Zonen unzweifelhaft bestimmte Form hat stets rauhe, oft ganz unebene und höckerige Flächen; nur an einem einzigen Krystall des ganzen Vorraths war eine solche so eben, dass sie einen schwachen Schimmer reflektirte; durch die Einstellung auf diesen wurde gefunden:

$$r' m_l = 25^0\ 45'\ \text{(berechnet: } 25^0\ 41').$$

Zuweilen ist die Abstumpfungsfläche m ihrer Länge nach kanellirt, — wie es scheint durch Alterniren mit der geraden Abstumpfung der Rhomboëderkanten, $(0\bar{1}12)$ — $^1/_2 R$, welche letztere Fläche auch für sich vorzukommen scheint, aber stets so uneben, dass sie nicht sicher festgestellt werden konnte.

Was die Zahl und Vertheilung der m-Flächen betrifft, so erscheinen dieselben einigermassen gross ausgedehnt nur da, wo eine abzustumpfende rhomboëdrische Kante, durch Vorherrschen zweier alternirender Flächen, vorhanden ist; an den wenigen Krystallen, wo alle sechs r- und r'-Flächen ungefähr gleich gross sind (Fig. 4), fehlen sie gänzlich. Da nun die 6 Endflächen an demselben Krystall nie mehr als drei rhomboëdrische Kanten bilden können, so erscheinen auch nie mehr als drei Flächen von m, wie auch schon aus der Tetartoëdrie folgt; umgekehrt habe ich aber auch an den mir vorliegenden Exemplaren nie eine rhomboëdrische Kante gefunden, an welcher keine m-Fläche vorhanden gewesen wäre. Es sind demnach folgende Fälle möglich:

der normale und sehr häufige, in welchem r drei rhomboëdrische Kanten bildet, also drei m-Flächen auftreten (Fig. 1);

der nicht minder häufige, dass die positiven Rhomboëderflächen nur in zwei Kanten zusammenstossen, folglich zwei m-Flächen erscheinen (Fig. 2);

der seltenere in Fig. 3 gezeichnete, welcher natürlich ebenfalls zwei m-Flächen bedingt;

das Auftreten nur einer rhomboëdrischen Kante, also auch nur einer Fläche der trigonalen Pyramide;

endlich giebt es auch, wie schon erwähnt, einige Krystalle ohne rhomboëdrische Kanten, an denen jene Form ganz fehlt.

Die Flächen von $\frac{^2/_3 P2}{4}$ sind entweder nur rechte, d. h. sie liegen rechts oben, wenn r dem Beobachter zugekehrt ist, — oder nur linke (Fig. 1 und 3), und zwar kommen ungefähr gleich viel Krystalle beider Arten vor, — oder endlich, sie liegen z. Th. rechts, z. Th. links (Fig. 2 *)), deuten also auf Zwillingsbildung nach demjenigen Gesetze hin, welches von G. Rose zuerst an brasilian. Krystallen bestimmt wurde, und nach welchem ein rechts und ein links drehender Krystall symmetrisch zu $(11\bar{2}0)\ \infty P2$ verwachsen sind (vergl. P. Groth, physik. Krystallogr. S. 443). Dass aber auch das gewöhnliche, nicht symmetrische (vergl. a. a. O. S. 434) Zwillingsgesetz des Quarzes hier vorkommt, beweist eines der Exemplare unserer Sammlung, welches aus zwei aneinandergewachsenen Krystallen (bei diesem Gesetz bekanntlich sehr selten) gleicher Art, nämlich zweien mit linkem Trigonoëder, besteht, an denen zwei r-Flächen einen tiefen einspringenden Winkel bilden, und je eine r-Fläche des einen einer r'-Fläche des andern parallel ist. Endlich fand sich auch ein einziger, der in Fig. 4 abgebildete Krystall, der aus zwei Individuen in der erwähnten relativen Stellung, aber vollkommen durcheinander gewachsen, wie es sonst das Gewöhnlichste ist, zusammengesetzt erscheint; die Grenze beider ist über drei pyramidale Flächen zu verfolgen.

---

*) Dieser Krystall, dem Freiburger min. Mus. gehörig (Nr. 92), trägt noch eine matte Fläche σ einer andern trigonalen Pyramide, nach der Lage der Kanten $(2\bar{1}\bar{1}2) = \frac{^4/_3 P2}{4}$.

Um nun die innere Struktur der beschriebenen Krystalle und deren Zusammenhang mit der eigenthümlichen Zeichnung der *r*-Flächen näher zu untersuchen, liess ich denselben Krystall, an welchem die trigonale Pyramide gemessen worden war, durch Herrn Strübin in Basel in vier horizontale Platten zur optischen Prüfung zerschneiden, und ätzte ausserdem die Flächen von zweien derselben nach der bekannten Leydolt'schen Methode. Durch diese beiden Untersuchungsweisen enthüllte sich nun eine ausserordentliche Complikation des Aufbaues dieser Krystalle, von der Fig. 5*a* und *b* eine Darstellung geben soll.

Eine vom obersten Ende des zerschnittenen Krystalls herrührende Platte zeigt im parallelen polarisirten Lichte eine Zusammensetzung aus rechts und links drehenden Sektoren, von welchen jedoch auch diejenigen gleicher Drehung nicht von gleicher Farbe sind, also auch noch aus über einander liegenden Schichten entgegengesetzter Drehung bestehen; dieser verwickelten Zusammensetzung entsprechend liegt auch die, wie oben erwähnt, gemessene Fläche *m*, eine linke, an einer Ecke der Platte, welche vorwiegend rechts drehend ist, während sie doch nach dem bekannten Gesetze zu einem linksdrehenden Krystalle gehörte. Wenn man die Platte auf weisses Papier legt, erscheinen die rechts drehenden Sektoren dunkler violett gefärbt, als die links drehenden.

Eine etwas tiefere aus dem Krystall geschnittene Platte, Fig. 5*a*, welche bereits die festungsartigen Zeichnungen der Seitenflächen durchschneidet, beweist nun, dass diese durch eine besondere innere Struktur bedingt sind; ausser den rechts und links drehenden Sektoren (r und l), erscheinen nämlich im polarisirten Lichte zahlreiche helle und dunkle Streifen *Z*, welche genau die Fortsetzung jener Zeichnungen nach innen bilden. Der Krystall ist so zusammengesetzt, als seien früher auf den drei *r*-Flächen weit hineinragende dreiseitige Vertiefungen vorhanden gewesen, wie solche Krystallskelette ja beim Amethyst so häufig vorkommen, und als seien dann diese Vertiefungen von den Seitenwänden her durch dünne Schichten Quarzsubstanz ausgefüllt werden*); diese letzteren sind aber nun abwechselnd Rechts- und Linksquarz, denn im convergenten Lichte erblickt man das schwarze Kreuz der nicht circularpolarisirenden einaxigen Krystalle und stellenweise Andeutungen der Airy'schen Spiralen.

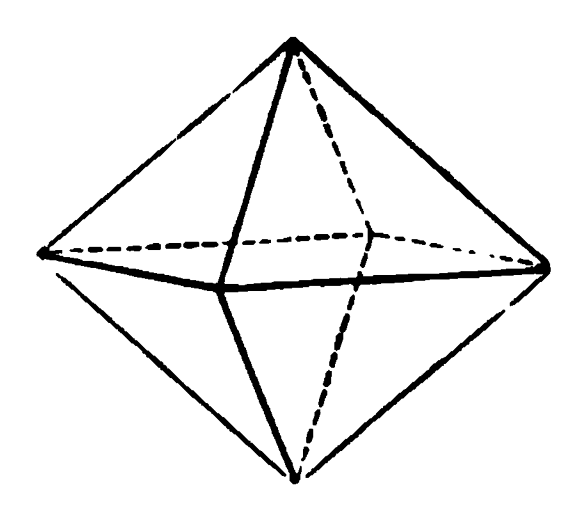
Darnach liegen sowohl in diesen eingelagerten Schichten, als auch in dem übrigen compakten Krystalle Verwachsungen von Rechts- und Linksquarz nach dem »brasilianischen Gesetz« (Zwillingsebene das Prisma 2. Ordnung) vor, es bleibt aber unentschieden, ob die rechtsdrehenden Partieen der ersteren und die gleichdrehenden des letzteren parallel sind oder sich etwa ebenfalls in Zwillingsstellung befinden; im letzteren Falle könnte ihr Verwachsungsgesetz nur das gewöhnliche, nicht symmetrische sein. Diese Frage ist bekanntlich auf optischem Wege nicht zu entscheiden, sondern nur durch Anätzen der Rhomboëderflächen mit Flusssäure, welche auf den + und — Flächen verschiedene, auf ersteren horizontale, auf letzteren schräglaufende Aetzfiguren hervorbringt (Leydolt, Sitzber. d. Wien. Akad. 1855. XV. 59 f.). Das Resultat der Behandlung mit Flusssäure zeigt nun Fig. 5*b*: während die eingelagerten Schichtensysteme *Z* auf den Endflächen durch verschiedenen moiréartigen Schimmer aufs Deutlichste hervortreten, zeigen die *r*-Flächen im compakten (im ungeätzten Zustande glatten) Theile die regelrechten horizontalen Aetzfiguren, die *r'*-Flächen die schrägen, diese aber theils von links oben nach rechts unten, theils umgekehrt laufend, je nachdem rechts oder links drehender Quarz an der betreffenden Stelle sich befindet; die

*) Damit könnten wohl auch die meist über *r* liegenden Einsenkungen auf der Basis in Zusammenhang stehen.

Zwillingsgrenzen beider treten durch den verschiedenartigen Schimmer schon für das blosse Auge hervor (die Aetzfiguren wurden bei 90f. Vergröss. untersucht). Ganz abweichend davon ist die Beschaffenheit der geätzten r-Flächen innerhalb der festungsartigen Zeichnungen; hier ist ein dichtes Gewirr von Vertiefungen entstanden, unter denen nirgends die langgestreckten horizontalen Figuren, welche das positive Rhomboëder charakterisiren, sondern nur schräge Streifung, in der unregelmässigsten Durchkreuzung, zu erkennen ist; einzelne Streifen, z. B. bei z, zeigen nur eine Stellung der Aetzfiguren. Hieraus geht unzweifelhaft hervor, dass für die eingelagerten Schichten Z die negativen Rhomboëderflächen in eine Ebene fallen mit den positiven des Stammkrystalls, dass sie also zu jenen sich in Zwillingsstellung befinden.

Die Krystalle, welche den Gegenstand dieser Mittheilung bilden, sind demnach Vierlinge nach zwei verschiedenen Gesetzen: sie bestehen aus einem Stammkrystall, der einen Durchdringungszwilling des brasilianischen Gesetzes darstellt, und aus eingelagerten Schichten, welche mit einander nach demselben Gesetze verbunden sind, von denen aber die rechtsdrehenden mit dem rechtsdrehenden Theile des Stammkrystalls, die linksdrehenden mit dem linken jenes in Zwillingsstellung sich befinden nach dem gewöhnlichen, nicht symmetrischen Gesetze des Quarzes. Noch verwickelter ist die Sache bei dem in Fig. 4 abgebildeten Krystalle, wo zwei dergl. Vierlingsverwachsungen nach dem letzteren Gesetze mit einander verwachsen sind; hier befinden sich also im zweiten die eingelagerten Schichten in derselben Stellung, wie im ersten der Stammkrystall, und umgekehrt.

8. A. Arzruni (in Strassburg): **Krystallform des Parabromanilin.** $C_6H_4.Br.NH_2$, Stellung 1.4. (Krystalle aus dem chemischen Laboratorium der Universität Strassburg.) Schmelzpunkt 64° (Hübner). Als Krystallform dieser Verbindung ist das reguläre Oktaëder angegeben worden und diese von A. W. Hofmann herrührende Angabe ist ohne Revision selbst in krystallographische Handbücher, wie Rammelsberg's »krystallographische Chemie«, (S. 371), übergegangen. Eine oberflächliche Betrachtung einigermassen gut ausgebildeter Krystalle zeigt jedoch schon, dass es dem Oktaëder blos entfernt ähnelnde rhombische Pyramiden sind, deren Winkel für zwei verschiedene Kanten, wie die Messung zeigte, um 17° von einander differiren. Die Krystalle zeigen ausser der einen Pyramide keine andern Flächen. An schönen durchsichtigen und scharf ausgebildeten Krystallen wurde gemessen:



	Gem.:	Ber.:
$111 : 1\bar{1}1$	62° 13′	—
$111 : 11\bar{1}$	79° 16′	—
$111 : \bar{1}11$	69° 30′	69° 38′

woraus $a : b : c = 0,90463 : 1 : 0,80997$.

Die Krystalle zeigen keine Spaltbarkeit, werden, wenn sie einige Zeit dem Lichte ausgesetzt gewesen sind, trübe und können nur dann durchsichtig erhalten werden, wenn die alkoholische Lösung ins Dunkle zum langsamen Verdampfen gestellt wird. — Auch das optische Verhalten des Parabromanilin bietet einiges Interesse, indem es eine sonst wenig verbreitete Eigenschaft zeigt, dass nämlich die optischen Axen für verschiedene Farben in senkrecht zueinander

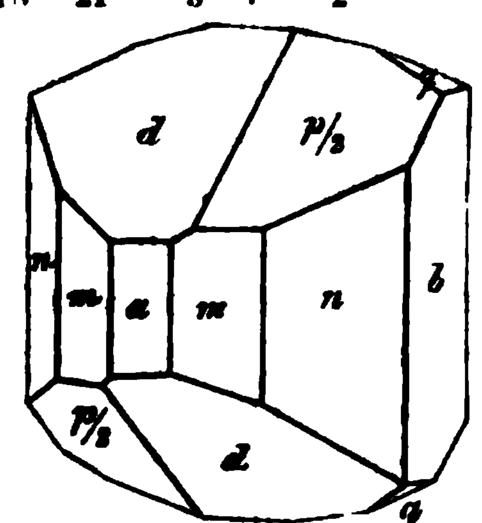
stehenden Ebenen liegen. Für Roth und Gelb ist die optische Axenebene die Fläche 001, für Grün und Blau — 010. Die erste Mittellinie ist für alle Farben die Axe *a*. Die Doppelbrechung ist positiv.

Der spitze Axenwinkel in Luft ist:

für *Li* (in 001) $= 47^0\ 54'$
» *Na* » $= 26^0\ 57^1/_2{}'$
« *Tl* (in 010) $= 25^0\ 47^1/_2{}'$.

Demnach wäre der Körper für ein bestimmtes Gelbgrün einaxig.

4. Ders.: Krystallform des wasserfreien Codeïn, $C_{18}H_{21}NO_3$. Krystalle von Herrn Professor Flückiger erhalten durch Entwässern der Verbindung $C_{18}H_{21}NO_3 + H_2O$ bei 100° und Umkrystallisiren aus Schwefelkohlenstoff. Die kleinen, durchsichtigen, gelblichen, stark lichtbrechenden Krystalle gehören dem rhombischen Systeme an und zeigen hemiëdrisch-sphenoëdrische Ausbildung. In einer Portion wurden beobachtet die Flächen:



$a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, $n = (120)\infty\breve{P}2$.
$q = (011)\breve{P}\infty$, $d = (101)\bar{P}\infty$

und das rechte Sphenoëder

$p/_2 = \varkappa\ (111)\ P/_2$;

in einer anderen Portion entstandene Krystalle zeigten die Flächen (100), (110), (120), (011), $b = (010)$ und ein Krystall noch das linke Sphenoëder

$-p/_2 = \varkappa\ (111)$.

		Gem.:	Ber.:
d	: *d*	57° 17′	57° 22′
a	: *d*	*61° 19′	—
a	: *m*	42° 55′	42° 55′
m	: *m*	*85° 50′	—
a	: *n*	61° 41′	61° 44′
m	: *n*	18° 46′	18° 49′
n	: *n*	56° 36′	56° 32′
d	: *p*/2	24° 5′	24° 3′
m	: *p*/2	53° 7½′	53° 14½′
p/2	: *p*/2	73° 46′	73° 31′
m	: *d*	69° 26′	69° 25′
q	: *m*	72° 27′	72° 1′
q	: *d*	38° 7′	38° 34′
n	: *b*	28° 11½′	28° 16′
b	: -*p*/2	66° 30′	65° 57′.

Aus *a* : *d* und *m* : *m* folgt das Axenverhältniss:

$a : b : c = 0,9298 : 1 : 0,5087$

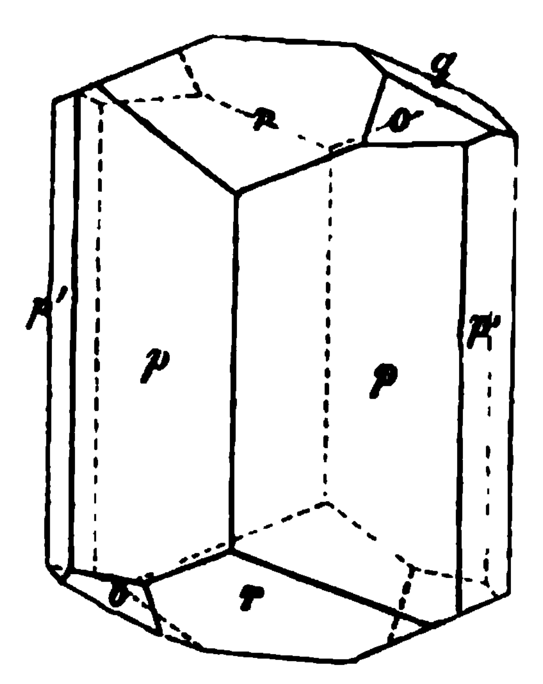
Die Krystalle zeigen keine deutliche Spaltbarkeit, sondern einen flachmuscheligen Bruch. Die Ebene der optischen Axen ist (001) *oP*; Axe *b* erste Mittellinie. Doppelbrechung positiv. An Platten nach (010), resp. (100) wurde der spitze und stumpfe Winkel der optischen Axen in Oel gemessen:

	$2H_a$	$2H_o$	woraus $2V_a$
für *Li*	= 88° 7′	119° 14′	77° 44½′
» *Na*	= 85° 25′	123° 44′	75° 8′
» *Tl*	= 82° 33′	126° 39′	72° 52½′.

5. **W. F. Hillebrand** (in Strassburg): **Krystallform des Tetraacetylchinasäureäthers.** Ueber die chemischen Eigenschaften dieses Körpers, welcher die Formel $C_6H_6 . H(O.C_2H_3O)_4\ COO(C_2H_5)$ besitzt, s. Hillebrand, Ber. d. d. chem. Ges. 1877, S. 523.

Krystallsystem: rhombisch mit sphenoïdischer Hemiëdrie:

$a : b : c = 0,53315 : 1 : 0,44362.$



Die glasglänzenden, wasserhellen Krystalle (s. Fig.) zeigen $p = (110) \infty P$, $p' = (120)\ \infty \bar{P} 2$, $r = (101)\ \bar{P}\infty$ als vorherrschende Formen, ferner $q = (011)\ \breve{P}\infty$ und $o = \varkappa\ (111)\ P/2$ nur rechts. An einem einzigen Krystall wurde eine Fläche des Prisma $(520)\ \infty \bar{P}\ 5/2$ beobachtet, doch gestattete diese keine genaue Bestimmung. Die Prismenzone erscheint stets gestreift, und liefert ziemlich differirende Werthe, daher sie nicht zur Herleitung des Axenverhältnisses benutzt wurde.

		beobachtet:	berechnet:
(110)	(1̄10)	55° 54½′ Mitt.	55° 57′
(120)	(1̄20)	93° 25′	93° 27½′
(520)	(5̄20)	—	23° 59′
(520)	(110)	15° 23′	15° 59′
(101)	(1̄01)	*79° 44½′ Mitt.	—
(101)	(110)	55° 39′	55° 31′
(101)	(120)	—	64° 31½′
(011)	(01̄1)	*47° 50¾′ Mitt.	—
(011)	(101)	45° 27′	45° 27′
(011)	(110)	78° 54′	79° 2′
(011)	(120)	—	72° 50′
(111)	(110)	46° 37½′	46° 36′
(111)	(120)	49° 48′	49° 25′
(111)	(101)	18° 28′	18° 48′
(111)	(011)	37° 21′	37° 22′.

Spaltbarkeit sehr unvollkommen nach (001) und (120).

Optische Axenebene $(100)\ \infty\bar{P}\infty$; 1. Mittell. c, Doppelbr. —; Axenw. in Oel

für *Na*-Gelb: $2H_a = 82^0\ 41'$, $2H_0 = 103^0\ 57'$;

die Dispersion der optischen Axen ist so gering, dass sie weder durch die Farbensäume der Hyperbeln, noch durch Messung (*Li*-, *Na*- und *Tl*-Licht gaben nur innerhalb der Beobachtungsfehler differirende Werthe) festgestellt werden konnte: es ist demnach der wahre Axenwinkel, für alle Farben nahe gleich, $2V = 79^0\ 58'$.

Mit einem natürlichen Prisma (110) von 56° 3½′ brech. Winkel wurden ferner die beiden Hauptbrechungsexponenten α und γ gemessen, und daraus mit Hülfe des wahren Axenwinkels β berechnet: so ergaben sich die vollständigen optischen Constanten:

	α	β	γ
Li:	1,4869	1,4967	1,5111
Na:	1,4897	1,4995	1.5138
Tl:	1,4931	1,5029	1.5172.

6. H. **Bücking** (in Strassburg): **Krystallform des Acetanilids,** $C_6H_5 . NH . C_2H_3O$ (Schmelzp. 112—113°. Krystalle aus dem chemischen Laboratorium der Univers. Strassburg).

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0,8488 : 1 : 2,0670$

Die Krystalle, s. Fig., sind tafelförmig nach *c* (001) *oP* und begrenzt von *a* (100) $\infty\bar{P}\infty$, *o* (111) *P* und *q* (012) $^1/_2\breve{P}\infty$,

		beobachtet	berechnet
(001)	(111)	*72° 37′	—
(100)	(111)	*43 19	—
(111)	(11$\bar{1}$)	34 50	34° 46′
(001)	(012)	45 59	45 57
(012)	(01$\bar{2}$)	88 11	88 6
(111)	(012)	49 44	49 20

Spaltbarkeit nach *c* (001) vollkommen, *a* (100) deutlich.

Optische Axenebene *b* (010), *c* 1. Mittell., Doppelbrechung +; Axenwinkel in Oel:

Li :	$2H_a$ = 101° 28′	$2H_o$ = 104° 24′
Na:	101 10	104 42
Tl :	100 33	105 24

Daraus folgen die wahren Axenwinkel:

Li :	$2V$ = 88° 50′
Na :	88 36
Tl :	88 4.

7. **Ders.: Krystallform des salzsauren Glycosamin.** Diese von Herrn G. Ledderhose (Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1876. S. 1200) dargestellte und mir übergebene interessante Verbindung, von der Formel

$$COH . (CH . OH)_4 . CH_2 . NH_2 + HCl,$$

krystallisirt monosymmetrisch mit dem Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,8708 : 1 : 0,9243$$
$$\beta = 50^0\ 35^1/_2{}'.$$

Fig a.

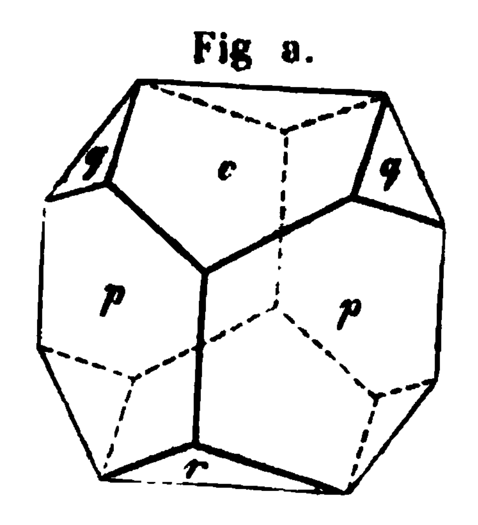
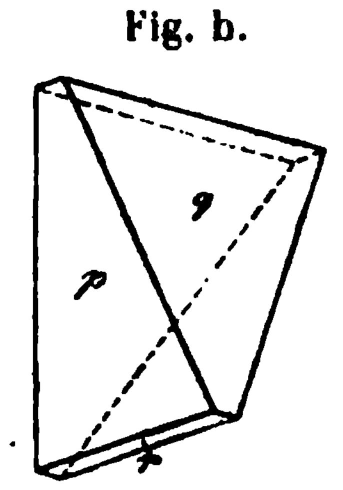


Fig. b.



Beobachtete Formen: *p* (110) ∞P, *c* (001) *oP*, *r* ($\bar{1}$01) $+P\infty$, *q* (011) $R\infty$. Die Krystalle zeigen eine deutliche Hemimorphie, indem entweder nur das Klinodoma an der rechten Seite der Symmetrieaxe grösser, an der linken kleiner erscheint, oder indem derselbe Gegensatz sich auch auf das Prisma überträgt, hier aber die linken Flächen gross, die rechten klein erscheinen, oder endlich — und dies ist der in Fig. *b* dargestellte extremste Fall —, indem von *q* nur das rechte Flächenpaar, von *p* nur das linke auftritt; die letztere Combination, an welcher *c* fehlt, gleicht einem rhombischen Sphenoid mit der Basis.

Die Flächen, namentlich r, waren uneben und gestreift, daher die Messungen nur von mässiger Genauigkeit.

		beobachtet;		berechnet:
(110)	(1̄10)	*67° 52′		—
(110)	(001)	*58 13		—
(011)	(001)	*35 32		—
(1̄01)	(001)	68 21	appr.	68° 19½′
(101̄)	(110)	65 28	»	66 22
(101̄)	(011)	107 50	»	107 31
(011)	(11̄0)	84 41	»	84 56

Spaltbarkeit nach r (1̄01) vollkommen.

Optische Axenebene ∥ d. Symmetrieebene; die erste (negative) Mittellinie bildet mit c 40° im stumpfen Winkel ac; der spitze opt. Axenwinkel in Oel für Natrium: $2H_a = 73° 48'$; Dispersion $\rho > v$.

8. **H. Laspeyres** (in Aachen): **Die Krystallform des Strontianit von Hamm in Westphalen.** Mit Fig. 6 u. 7, Taf. XIII. (Verh. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westph. XXXIII. Jahrg. 1876, S. 308—329). Der Strontianit kommt zwischen Hamm, Beckum, Sendenhorst und Lüdinghausen in der obern Kreideformation in zahlreichen unregelmässigen Trümern und in regelmässigen Gängen vor; besonders reich an solchen scheint der Herrnsteinberg bei Dasbeck und der Ascheberg bei Drensteinfurt zu sein. Die Gänge, deren Nebengestein ein, von Sr freier Kalkstein oder Mergel ist, sind 2½ Centim. bis 1 Meter mächtig, bestehen am Saalband aus Thon, auf welchen eine Kalkspathlage folgt, im Innern ganz aus Strontianit, der nach den bisherigen Analysen 5—9% $CaCO_3$, wohl als isomorphe Beimischung enthält.

Das Mineral erscheint derb und zwar als stängeliges Aggregat; selten enthält es Drusenräume mit Krystallen; solche sind nun aber neuerdings in besonders schöner Ausbildung auf der Grube bei Dasbeck vorgekommen. An denselben wurden folgende Flächen (vergl. Fig. 6, Taf. XIII) beobachtet, von denen jedoch die mit sehr grosser Verticalaxe einigermassen unsicher sind: $m = (110) \infty P$, b (010) $\infty \breve{P} \infty$, η (0.24.1) $24 \breve{P} \infty$ neu, $\chi = (0.12.1)$ $12 \breve{P} \infty$, $z = (041)$ $4 \breve{P} \infty$, $i = (021)$ $2 \breve{P} \infty$, $k = (011)$ $\breve{P} \infty$, $\delta = (023)$ $\frac{2}{3} \breve{P} \infty$ neu, $c = (001)$ $0P$, $s =$ (113) $\frac{1}{3} P$ neu, $p = (111)$ P, $h = (221)$ $2P$, $\varphi = (331)$ $3P$, $\omega = (12.12.1)$ $12P$ neu, $\psi = (40.40.1)$ $40P$ neu, $t = (102)$ $\frac{1}{2} \bar{P} \infty$ (selten). Die spitzen Pyramiden und Brachydomen herrschen an den, besonders häufigen, spiessigen Krystallen; dagegen (010) an den seltenen und stets kleinen tafelförmigen, welche den Biliner Aragoniten gleichen; die ebenfalls seltenen prismatischen Formen werden besonders von (110) (010) (113) (023) gebildet; an den Krystallen des schönen neuen Vorkommens herrschen die Pyramiden und Brachydomen vor.

Die Messungen ergaben, verglichen mit den aus dem Axenverhältniss von Dana und Hessenberg,

$$a : b : c = 0,60896 : 1 : 0,72365,$$

berechneten Werthen:

		beobachtet:	berechnet:
(110)	(1̄10)	62° 41′	62° 41′
(0.24.1)	(110)	58 42½	58 43
(0.24.1)	(023)	61 40	60 57
(0.12.1)	(110)	58 51	58 53

	beobachtet:		berechnet:
(041) (010)	19 5		19 3½
(021) (010)	34 43		34 38
(011) (010)	56 0	appr.	54 6
(023) (010)	64 20		64 15
(40.40.1) (110)	1 9		*1 2
(12.12.1) (113)	61 44		61 41½
(331) (111)	22 31		22 14
(221) (110)	19 38		19 46
(111) (110)	35 38		35 42
(113) (110)	65 12		65 7

Die steilen Pyramiden und Brachydomen sind horizontal gestreift durch Oscillation mit (110), resp. (010).

Regelmässige Verwachsungen: Die Krystalle des neuen Vorkommens sind sämmtlich Zwillinge des Aragonitgesetzes, Zwillingsebene (110). Die allermeisten sind Berührungszwillinge, wie sie Fig. 6 und 7 (7*a* auf die Basis projicirt) darstellen, und zwar fast immer entsprechend der letzteren, wobei die tief einspringenden Winkel zwischen den gleichartigen Brachydomenflächen verdeckt sind, und die Flächen der Pyramiden *s*, *p* etc. mit denen der Brachydomen *δ*, *i* etc. (welche doppelte Verticalaxe und daher sehr ähnliche Neigung, wie jene, haben unter sehr stumpfen aus-, resp. einspringenden Winkeln (4° 1½′ auf den verticalen Flächen) zusammenstossen. So erscheinen die Krystalle wie einfache hexagonale. Sie sind ausserdem ganz erfüllt mit Zwillingslamellen, welche als feine Streifen auf den Endflächen sichtbar sind, mit Ausnahme derjenigen, welche in der Zone der Zwillingsebene (1$\bar{1}$0) und der Basis (001) liegen (s. Fig. 7*a*).

Ein Theil der Krystalle zeigt auf den Endflächen kleine Strontianitkryställchen derselben Form in paralleler Stellung als eine jüngere Bildung aufgewachsen.

Ref. P. Groth.

9. A. Schrauf (in Wien): **Morphologische Studien an der Mineralspecies Brookit.** Mit Fig. 8—10, Taf. XIII. (Sitzungsber. d. Wien. Akademie, LXXIV (I), Novemberheft 1876.) Es lassen sich krystallographisch drei Typen unterscheiden:

1. Typus: Krystalle von Tremadoc. Grosse undurchsichtige gelbbraune, deutlich monosymmetrische Krystalle (mit ihnen kommen auch solche des 3. Typus vor), meist von ähnlichen Formen, wie sie Fig. 8, Taf. XIII darstellt, an welchen die vorderen Flächen weit grösser ausgebildet sind als die hinteren und zu denjenigen der Zone *e′e* die entsprechenden hinteren vollständig fehlen. Beobachtet wurden folgende Flächen:

A (100) $\infty \bar{P} \infty$, m (110) ∞P, d (043) $\frac{4}{3} \mathit{P}\infty$, e (122) $-\mathit{P}2$, η ($\bar{1}$22) $+\mathit{P}2$, z (112) $-\frac{1}{2}P$, i (342) $-2\mathit{P}\frac{4}{3}$, D (4. 11. 14) $-\frac{11}{14}\mathit{P}\frac{11}{4}$ neu, Δ ($\bar{4}$. 10. 13) $+\frac{10}{13}\mathit{P}\frac{5}{2}$ neu, ϑ (5. 14. 18) $-\frac{7}{9}\mathit{P}\frac{14}{5}$, Θ ($\bar{5}$. 14. 18) $+\frac{7}{9}\mathit{P}\frac{14}{5}$, ν (326) $-\frac{1}{2}\mathit{P}\frac{3}{2}$,

selten treten noch auf:

x (102) $-\frac{1}{2}\mathit{P}\infty$, y (104) $-\frac{1}{4}\mathit{P}\infty$, P (7. 5. 14) $-\frac{1}{2}\mathit{P}\frac{7}{5}$.

Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}844149 : 1 : 0{,}93887$$
$$\beta = 90^0\ 20'.$$

Die Messungen an dem, Fig. 8 abgebildeten Krystall (dessen Dichte = 4,155) ergaben, verglichen mit den Werthen, berechnet aus obigem Axenverhältniss, und denjenigen, berechnet aus dem bisher angenommenen rhombischen Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,848499 : 1 : 0,930061,$$

folgende Zahlen, wobei die besonders guten, auf Grund einfacher Reflexe gewonnenen Messungen mit einem * bezeichnet sind:

	beobachtet:	berechnet monosymmetrisch:	berechnet rhombisch:
Ae	67° 44′	67° 43′	67° 49′
$A\eta$	68 28	68 8	67 49
ηe	43 48	44 8	44 23
Ad	89 47	89 47	90 0
ed	23 20	23 28	23 35
ηd	23 38	23 28	23 35
$'m'd$	59 42	59 33	59 43
$'m'\eta$	82 45	82 48	83 4
$'me'$	45 54	45 42	45 42
$'m''d$	60 21 ± 20′	59 55	59 43
$'m''e$	83 30	83 10	83 4
$'m''\eta$	46 20	46 1	45 42
$e'e$	78 36	78 36	78 58
$\eta'\eta$	79 0	78 52	78 58
$e'\eta$	94 35	95 0	95 22
$e'v'$	*24 0	24 2	24 8
$e''z$	*16 56	17 2	17 6
zz'	*44 43	44 43	44 46
eP *)	*23 20	23 0	—
$\eta_1'v$	*76 53	76 57	—
$\eta_2'v$	*77 18	77 10	—
$'\eta z$	*82 10	82 9	—
$A'D$	75 28	75 26	$A\vartheta$ = 75° 54′
$A'\Delta$	74 42	74 44	—
eD	{ 9 35		
	{ 10 15	10 7	$e\vartheta$ = 10 32
$'z'D$	16 5	16 10	—
$D'D$	69 45	69 53	$'\vartheta\vartheta$ = 70 4
$\Delta'\Delta$	67 40	68 45	—
$D'\Delta$	76 33	77 15	$\vartheta'\vartheta'$ = 77 10
$'D\Delta$	76 50	77 15	—
$'D'\Delta$	29 35	29 50	$\vartheta\vartheta'$ = 28 10
$D\Delta$	29 40	29 50	—
$'\eta'\Delta$	9 53	9 37	—

Δ (Beob.-Rechn.) = ± 336′

Δ (mittl. Fehler einer Beobachtung) = ± 9′,3.

Die Krystalle zeigen sehr häufig Zwillingsbildung nach A (100), wodurch die grösseren Flächen e oft eine, die Kanten $e\eta$ parallele Naht zeigen und zwei getrennte Reflexe, der eine herrührend von der mit e fast in eine Ebene fallenden Fläche η des zweiten Individuums, liefern.

*) In Fig. 8 nicht gezeichnet.

2. Typus: Krystalle von Ulster Cty., N.Y. Diese kommen mit Quarz auf den, in silurischem Shawangungsandstein liegenden Ellenviller Bleigängen vor, sind dünn, tafelartig nach A und zeigen am Ende vorherrschend nur c (001) oP, alle anderen Flächen klein, x und y oben nur vorn. Die Messungen führten auf ein von dem obigen abweichendes Axenverhältniss, nämlich:

$$a : b : c = 0,846931 : 1 : 0,93795$$
$$\beta = 90^0\ 39',3.$$

Fig. 9 stellt einen besonders flächenreichen Krystall der Combination:

c (001) oP, A (100) $\infty P\infty$, m (110) ∞P, k (410) $\infty P4$,
x (102) $-\frac{1}{2}P\infty$, y (104) $-\frac{1}{4}P\infty$, t (021) $2P\infty$, e (122) $-P2$,
z (112) $-\frac{1}{2}P$, o (111) $-P$, n (121) $-2P2$

dar, an welchem folgende Winkel gemessen wurden:

	beobachtet:	berechnet monosymmetrisch:	berechnet rhombisch:
$A\,c$	89° 26′	89° 21′	90° 0′
$A'\,c$	90 30	90 39	90 0
$c\,y$	15 16	15 25	15 40
$m\,m'$	99 33	99 28	99 50
$m\,y$	77 55	77 48	78 4
$m\,c$	89 33	89 30	90 0
$'m'\,c$	90 30	90 30	90 0
$m\,z$	53 40	53 42	53 45
$c\,t$	62 1	61 56	62 6
$c\,e$	47 15	47 16	47 41
$c\,n$	65 10	65 3½	65 32
$m_\alpha\,t_\alpha$	54 52	54 57	55 19
$m_\beta\,t_\beta$	55 32	55 32	
$m'_\alpha\,t_\alpha$	55 10	54 57	55 19
$m'_\beta\,t_\beta$	55 32	55 32	
Δ (Beob.-Rechn.)		± 77′	± 295′
Δ für 1 Beobachtung		± 4,′8	± 19,′5.

Die vier letzten Werthe entstanden aus doppelten Bildern, welche wieder auf die so häufige Zwillingsbildung zurückzuführen sind.

3. Typus: Krystalle von England, Russland und der Schweiz. An den englischen (durch Miller und vom Rath gemessenen) nach A tafelförmigen roth durchscheinenden Krystallen, welche mit denen des 1. Typus vorkommen, treten am Ende x, y, c vorherrschend auf, und auf diesen Flächen erscheinen fast immer einspringende Winkel. Dasselbe ist der Fall bei den russischen Krystallen, welche von Kokscharow gemessen hat, und an denen die Flächen e und o am Ende herrschen. Dieser Typus zeigt dieselben Zwillingsbildungen wie die ersteren, aber eine viel geringere Abweichung vom rhombischen System; es ist nämlich:

$$a : b : c = 0,841419 : 1 : 0,943441$$
$$\beta = 90^0\ 6\frac{1}{2}'.$$

Ein russischer Krystall, Fig. 10, gab:

	beobachtet:	berechnet monosymmetrisch:	berechnet rhombisch:
$m m'$	99° 51′	99° 51′	99° 50′
$m e$	45 42	45 41	45 42½
$m \underline{o}$	34 15½	34 17	34 17½
$o \bar{o}$	*111 16	111 16	111 25½
$m o$	34 18	34 17	34 17
$o e$	16 58	16 58	17 1
$o' \bar{o}$	*78 20	78 17	78 25
$'e \bar{e}$	44 24	44 21	44 23
$o' \underline{o}$	64 12	64 12	64 17
$e \bar{e}$	*95 17	95 15	95 22
$'e \underline{e}$	*78 48	78 51	78 57
$y \bar{x}$	*44 50½	44 54	44 58
$x \underline{x}$	*58 28	58 30	58 36

Die englischen Krystalle sind mehr plattenförmig, zeigen am Ende x, y vorherrschend, ferner ϑ oder die sehr nahestehende Hemipyramide Σ (156) $+ \, ^5/_6 R \, ^5/_2$ und die neue Form Ω (1 . 22 . 12) $+ \, ^{11}/_6 R 22$.

Auf dasselbe Axenverhältniss sind jedenfalls auch die Krystalle aus der Schweiz (Tête noire und Maderaner Thal) zu beziehen, doch liegen hier noch nicht so genaue Messungen vor wie von den anderen Fundorten.

Schlussfolgerungen. Ueber die optischen Eigenschaften vgl. den vollständigeren Aufsatz S. 274 d. Heftes.

Der Verf. betrachtet den Brookit als isomorph mit dem Wolframit, und sonach seine Formel als wahrscheinlich $Ti Ti_3 O_4$. Die Prismenwinkel beider Mineralien sind folgende:

Brookit Typ. III :	80° 10′	$Fe\,WO_4$:	78° 58′
» » I :	80 20	$(FeMn)\,WO_4$:	79 18
» » II :	80 32	$Mn\,WO_4$:	79 30.

Die Schwankungen dürften auch beim Brookit mit Differenzen der chemischen Constitution zusammenhängen, deren Art jedoch noch festzustellen ist. Auch zwischen der Dichte und der Verschiedenheit der Krystalltypen ergeben die bisherigen Beobachtungen keinen einfachen Zusammenhang.

Ref. P. Groth.

10. E. Mallard (in Paris): **Ueber anomale optische Erscheinungen an Krystallen** (Explicat. des phénomènes optiques anomaux, que présentent un grand nombre de substances cristallisées. — Annales des mines, t. X, 1876, und apart: Paris, Dunod 1877).

Es existirt bekanntlich eine Reihe von Substanzen, deren Krystallformen derjenigen eines andern Systems sehr nahe stehen (Grenzform, »forme-limite«), z. B. rhombische Prismen von fast 90° oder fast 120°, — und bei solchen Formen kommt es sehr häufig vor, dass alsdann auch die übrigen Flächen die Symmetrie jenes andern Systems nachahmen (in den angeführten Beispielen des tetragonalen, bezüglich hexagonalen Systems). Es ist ferner bekannt, dass namentlich dimorphe Körper oft zwei einander sehr nahe stehende Formen verschiedener Krystallsysteme zeigen. Meist sind jedoch in derartigen Fällen von Aehnlichkeit mit einem andern System die optischen Eigenschaften so abweichend von denen des letzteren, dass eine Entscheidung, welchem System die Krystalle angehören, nicht schwer ist.

Bei der Erforschung der Gesetze des Zusammenhanges zwischen der Symmetrie der Krystalle und ihren optischen Eigenschaften hat man bisher die sogen. anomalen optischen Erscheinungen, welche eine, keineswegs kleine Zahl von Substanzen zeigen, unbeachtet gelassen. Diese Erscheinungen beweisen, da sie meist an verschiedenen Stellen eines Krystalls verschieden sind, dass der innere Bau eines solchen unregelmässig ist, während der Krystall im Ganzen doch oft einheitlich und durchsichtig, sowie von chemischer Homogeneïtät zu sein scheint. Die Erklärung der optischen Anomalien durch die Biot'sche Theorie der Lamellarpolarisation weist der Verf. zurück, ebenso auch diejenige durch die Existenz von Spannungen im Innern des Krystalls, welcher sich dann einer Colloidsubstanz ähnlich verhalten würde *); er weist ferner darauf hin, dass die Erklärung, die abweichenden optischen Eigenschaften seien durch eingelagerte Partieen eines fremden Körpers hervorgebracht, nur da zulässig sei, wo die Existenz jener in Dünnschliffen durch das Mikroskop nachgewiesen werden könne.

Der Verfasser sucht nun im Folgenden die optischen Anomalien zu erklären durch die Annahme, dass die scheinbar einfachen Krystalle zusammengesetzt seien aus Individuen von verschiedener Stellung, deren Molekularstruktur einer sogenannten »forme-limite« entspreche.

Was die Verwachsung der einzelnen Individuen betrifft, so hat von den regelmässigen, sogen. »Zwillingen« bereits Bravais, entsprechend seiner Theorie der netzförmigen Lagerung der Krystallmoleküle, folgende Erklärung gegeben: Der Zwillingsebene, wie jeder Krystallfläche, parallel, bilden die Moleküle ein parallelogrammatisches Netz, welches so beschaffen ist, dass es nach einer Drehung von 180° in seiner eignen Ebene mit sich selbst wieder zur Deckung gelangt; ist nun ein solches Netz durch Aneinanderlagerung von Molekülen entstanden, so kann dasselbe gleichsam zur Basis des Aufbaues von zwei Krystallen dienen, von denen der eine gegen den anderen 180° um die Normale zur Zwillingsebene gedreht ist, d. h. der eine das Spiegelbild des anderen in Bezug auf jene Ebene ist.

Hieran knüpft der Verf. an. Er will zunächst von den Verwachsungen mit ebenen Grenzflächen scharf getrennt wissen diejenigen mit unregelmässiger Durchdringung der Krystalle, von denen er behauptet, dass sie nur bei Körpern mit »forme-limite« vorkämen. Diese letztere Art von Verwachsungen will er folgendermassen erklären: man denke sich ein rhombisches Netz mit fast rechtwinkeliger Basis (Axe a und b fast gleich gross) und drehe dieses um die Axe c um 90°, so bildet es in erster und zweiter Stellung zwei Arten der Lagerung der Moleküle, welche einander so ähnlich sind, wie diejenigen zweier isomorpher Körper, und sich daher(?) in allen Verhältnissen mischen können, so dass der entstehende äusserlich einheitliche Krystall gleichsam aus zweierlei Material in unregelmässiger Durchdringung aufgebaut wird **).

Bei einer rhombischen Form mit anscheinend hexagonaler Symmetrie würde schon eine Drehung von 60° Deckung der Netze hervorbringen, es wären also dann drei, einander sehr ähnliche Molekularaggregationen möglich, die sich in Krystallen vereinigen könnten (als Beispiel führt der Verf. den Aragonit nach

*) Die Gründe des Verfassers gegen diese Erklärung, welche besonders in der bekannten Arbeit von Reusch über die Doppelbrechung des Alauns aufgestellt wurden, scheinen dem Ref. nicht genügend zur Zurückweisung derselben.

**) Bisher hat man immer angenommen, dass die Mischung zweier isomorpher Verbindungen innerhalb des einzelnen Krystallmoleküls stattfinde, da sonst die optische Homogeneïtät, wie sie doch die Krystalle isomorpher Mischungen im Normalfalle stets zeigen, völlig unerklärlich wäre. Der Ref.

Sénarmont's bekannter Untersuchung an; doch ist es dem Ref. nicht gelungen klar zu erkennen, wie man eine solche, unregelmässig sich durchdringende Zwillingsbildung von derjenigen mit ebenbegrenzten Zwillingslamellen trennen kann, da gerade beim Aragonit alle Zwischenstufen zwischen beiden vorkommen).

Ein rhomboëdrisches, aber fast kubisches Netz würde, wenn man nach und nach jede der Verbindungslinien gegenüberliegender Ecken vertical stellte, vier Anordnungen der Moleküle geben, welche die Bedingungen der Isomorphie erfüllten: der entsprechende Krystall könnte demnach aus 8 Pyramiden aufgebaut sein, deren Basen die 8 Oktaëderflächen, und deren gemeinschaftliche Spitze die Mitte des ganzen Krystalls wäre. Bei rhombischem, aber nahezu würfelförmigem Aufbau würde es sechs »isomorphe« Netze geben u. s. f.

Diese isomorphen Molekularaggregationen sollen sich nun auf verschiedene Arten im Krystall mengen: 1) getrennt, so dass derselbe aus mehreren aneinandergelagerten Individuen von verschiedener Lagerung der Netze zusammengesetzt ist (der Unterschied von einem wirklichen Zwilling soll nur darin bestehen, dass in den einzelnen Individuen Theile der anderen Netze unregelmässig eingestreut sind); 2) ebenfalls im Wesentlichen getrennt, aber in Zonen mit einander abwechselnd; 3) unregelmässig begrenzt; 4) endlich kann die Mischung eine innige, durch den ganzen Krystall gehende sein, dessen wahre Natur alsdann durch directe Beobachtung nicht mehr erkannt werden könne. Bei jeder dieser Arten von Mischung müssten sich die Winkel der Aussenflächen an den Krystallen so verhalten, wie bei isomorphen Mischungen, wo sie sich denen der vorherrschenden Substanz nähern*). Was die optischen Erscheinungen solcher Krystalle betrifft, so müssen zwar z. B. solche, die aus zwei senkrecht orientirten, fast tetragonalen Netzen bestehen, im parallelen polarisirten Lichte überall gleichzeitig Auslöschung zeigen, bei Einfügung einer empfindlichen Platte dagegen würden sich die ungleichen Theile durch verschiedene Farben abheben; im convergenten Lichte würden ihre Axenebenen gekreuzt sein; bei inniger Mischung würden sie einaxig erscheinen; je ungleichmässiger die Mischung, desto unregelmässiger werden auch die optischen Erscheinungen sein.

Um nun diese Theorie durch genauere Untersuchung der anomalen optischen Erscheinungen an Krystallen, als sie bisher angestellt worden sind, zu prüfen, bediente sich der Verf. bestimmt orientirter Platten, welche so dünn geschliffen wurden, als es möglich war, ohne dass die Beobachtung der Doppelbrechung verhindert wurde; dadurch war es möglichst ausgeschlossen, mehrere übereinander liegende Schichten von verschiedener Lagerung zu beobachten.

1. Pseudoreguläre Substanzen.

Leucit. Krystalle dieses Minerals, ohne Zweifel von Frascati, gaben bei fast streifender Incidenz z. Th. eine ganze Reihe von reflectirten Bildern eines leuchtenden Spaltes, z. Th. aber auch einfache. Durch zahlreiche Messungen fand der Verf., dass an der tetragonalen Pyramide (111) (nach vom Rath's Stellung) zwei Flächen (111) ($\bar{1}\bar{1}1$) im Mittel 71° 35′, ($\bar{1}11$) ($1\bar{1}1$) dagegen 71° 6′ bilden, und hält diese Differenz für genügend, die Krystalle für rhombisch zu erklären; er berechnet, dass die drei, den vierkantigen Ecken entsprechenden Axen $a : b : c$ sich wie 1,0319 : 1,0245 : 1 verhalten **).

*) Dass dieses gerade bei isomorphen Mischungen nicht allgemein der Fall ist, haben in neuerer Zeit mehrere Untersuchungen gezeigt. Der Ref.

**) Die in diesem Heft S. 257 f. enthaltene Arbeit von H. Baumhauer dürfte wohl beweisen, dass zur Berechnung der Krystalldimensionen des L. nur aufgewachsene Krystalle mit möglichst geringer Zwillingsbildung, wie sie vom Rath gemessen hat, benutzt

schnitten ist; die Zusammensetzung muss also eine ähnliche wie beim Boracit sein. Dieser Rhombus ist jedoch, parallel den Diagonalen, in vier Sektoren getheilt, von denen je zwei gegenüberliegende gleiche Auslöschungen zeigen (unter einem Winkel von ca. 8^0 mit den Seiten des Rhombus). Dieser Theilung entsprechen an den Aussenflächen die stumpfen vierseitigen Pyramiden, welche auf die Dodekaëderflächen des Topazolith aufgesetzt sind.

Eine parallel (001), etwa in der Mitte zwischen den vierkantigen Ecken des Dodekaëders und dem Centrum, aus dem Krystall geschnittene Platte zeigt im polaris. Lichte vier, nach den Diagonalen des von den Dodekaëderflächen gebildeten Quadrates scharf begrenzte Sektoren, deren jeder wieder, weniger scharf, in zwei Theile gesondert ist, deren Auslöschungen 45^0 mit einander und $22^1/_2{}^0$ mit jenen Diagonalen bilden.

Die Krystalle des Topazolith sind zu klein, um sie im convergenten Lichte untersuchen zu können; der Aplomgranat von Sachsen zeigt indess deutlich in jedem der Sektoren eine optische Axe senkrecht zu der, ∥ (001) geschliffenen Platte. Nach allem Diesem können die optischen Elasticitätsaxen nicht mit den krystallographischen zusammenfallen, und das System muss asymmetrisch sein. Im parallelen Lichte zeigt der Aplomgranat zwar analoge Erscheinungen, wie der Topazolith, aber dieselben sind weniger klar, weil die einzelnen Partieen des Krystalls mehr mit einander gemischt sind.

Schneidet man eine dem Dodekaëder parallele Platte aus Chromgranat (Ouwarowit), so sieht man in dieser, genau wie beim Boracit, einen centralen Rhombus und zwei seitliche Dreiecke, welche Auslöschung parallel den Diagonalen des ersteren zeigen, und ausserdem vier trapezförmige Flächen, deren Auslöschung 45^0 mit jenen bildet. Darnach wäre der Chromgranat nur aus 12 Krystallen, deren Basis je eine Dodekaëderfläche, zusammengesetzt, und die Flächen von (110) sind Dem entsprechend eben und zeigen nicht die flachen vierseitigen Pyramiden, wie die des Topazolith.

Die schönen Almandine von der Mussaalpe zeigen nur Spuren von Doppelbrechung; die Granaten (112) von Tirol und die Melanite von Arendal scheinen fast absolut einfach brechend. Den letzteren Umstand schreibt der Verf. einer innigen Mischung der verschieden orientirten Krystallaggregationen zu.

Senarmontit. Des Cloizeaux hat bereits angegeben, dass man durch die Hexaëderflächen Farbenringe mit einer schwarzen Hyperbel erblicke. Eine Platte, ∥ (110) durch die Mitte eines Senarmontitkrystalls geschnitten, zeigt 8 Sektoren, deren Grenzen so liegen, als ob der Krystall dieselbe Zusammensetzung, wie der Topazolith, besässe; die Auslöschungen sind viererlei und bilden 12^0, resp. 45^0 mit den Diagonalen des rhombischen Umrisses.

Parallel der Würfelfläche geschliffene Platten zeigen nur schwache Doppelbrechung, weil eine optische Axe nahe senkrecht dazu steht; indessen erkennt man doch 8 Sektoren, deren Grenzlinien normal und diagonal zu den Seiten stehen, von welchen die letzteren schärfer sind.

Der Sen. unterscheidet sich also dadurch vom Granat, dass bei diesem die einer Dodekaëderfläche entsprechenden Theile Neigung zur Vermischung zeigen, bei jenem die eines Oktanten, womit jedenfalls das Vorherrschen verschiedener Formen bei beiden Mineralien in Zusammenhang stehen dürfte. Aus der Lage der einen optischen Axe und der Auslöschung der einzelnen Sektoren ist zu schliessen, dass die den Senarmontit zusammensetzenden Individuen asymmetrisch sind.

Analcim. Die Krystallflächen dieses Minerals sind stets so gebrochen,

dass genaue Messungen nicht erhalten werden können. Dieser Charakter weist schon auf innere Gruppirungen hin, wie sie durch die Wirkung auf das polarisirte Licht bereits von Brewster und Biot erkannt worden sind. Eine dem Hexaëder parallele Platte zeigt ein unregelmässiges schwarzes Kreuz, durch welches vier Sektoren mit blassen Farben von einander getrennt werden. Ist die Platte nahe an der Würfelfläche aus dem Krystall geschnitten, so erblickt man in der Mitte ein nicht polarisirendes Quadrat, welches einen um so grösseren Theil der Platte einnimmt, je dünner diese geschliffen wird, wenn dabei eine der Flächen stets die natürliche Würfelebene bleibt.

Diese Erscheinungen erklären sich durch die Annahme, dass jeder Analcimkrystall aus drei tetragonalen Individuen, welche einander in den Dodekaëderflächen begrenzen, und deren Hauptaxe je einer Hauptaxe des Würfels parallel ist, zusammengesetzt sei. Die Hexaëderfläche dient zur Basis einer Pyramide, deren optische Axe senkrecht zu jener steht, daher Platten in der Nähe der Würfelfläche nicht polarisiren, Platten aus der Mitte des Krystalls vier Sektoren (die beiden zu den andern Würfelflächen gehörigen Individuen) zeigen, deren Auslöschungen den Hexaëderseiten parallel sind. Die den Oktaëderflächen parallelen Schnitte lassen daher drei Sektoren erkennen, deren Schwingungsrichtungen einander unter 60° schneiden. Im convergenten Licht zeigt eine dünne Platte, deren eine Seite von einer Hexaëderfläche gebildet wird, das schwarze Kreuz der einaxigen Krystalle, welches jedoch beim Drehen in zwei Hyperbeln auseinander geht; zugleich sieht man am Rande schmale Banden, welche Hyperbeln zeigen, deren Axenebene dem Umriss parallel ist. Es scheint also, dass jede tetragonale Pyramide noch aus vier rhombischen, deren zwei gegenüberliegende parallel wären, zusammengesetzt sei. Dieser Aufbau ist mit demjenigen der Verwachsungen des Philippsit vergleichbar.

Flussspath. Bei diesem Mineral zeigt eine Platte || (001) bei diagonaler Stellung gegen die Nicols eine Art Parquetirung durch graue und schwarze Vierecke, welche den Seiten parallel gehen, und die Diagonalen der Platte treten deutlich hervor. In einer oktaëdrischen Platte erblickt man drei, die Winkel halbirende Banden, deren Auslöschung ihrer Längsrichtung parallel, während die drei dadurch getrennten Sektoren Parquetirung parallel und senkrecht zu den Seiten der dreieckigen Platte zeigen.

Demnach wäre die Verwachsungsart im Flussspath ganz die gleiche, wie im Analcim, nur dass die verschiedenen Individuen einander viel mehr durchdrängen, als dort.

Alaun. Wie bereits Biot*) angegeben, sieht man in einer hexaëdrischen Platte dunkle Diagonalen und dazwischen vier Sektoren, die den Seiten parallele Auslöschungen haben. Eine dodekaëdrische Platte zeigt ebenfalls vier diagonale Sektoren, deren Schwingungsrichtungen den Seiten des Rhombus parallel gehen. Darnach ist ein Alaunkrystall aus 8 Pyramiden mit hexagonaler Symmetrie, entsprechend den 8 Oktaëderflächen, deren jede die Basis einer solchen Pyramide bildet, zusammengesetzt. Daher zeigt eine oktaëdrische Platte keine Doppelbrechung.

2. Pseudotetragonale Substanzen.

Bei rhombischer und fast tetragonaler Molekularaggregation sind zwei Stellungen derselben möglich (Axen a und b vertauscht), welche zwei oder vier Sek-

*) Die Arbeit von Reusch über Alaun erwähnt der Verf. nicht.

toren der tetragonalen Basis bilden oder auch sich so mischen können, dass eine optisch einaxige Substanz entsteht, gerade wie die rechtwinkelige Aufschichtung dünner zweiaxiger Glimmerlamellen eine solche liefert. Bilden aber die beiden Axen *a* und *b* nicht genau einen rechten Winkel (monosymmetrisches Netz mit vertical gestellter Symmetrieaxe), so giebt es noch drei »isomorphe« Stellungen, die man erhält 1) durch Drehung von 90° um die Axe *c*, 2) durch Drehung von 180° um die Halbirende des Winkels der Axen *a* und *b*, 3) durch Drehung des letzteren Netzes um 90° um die Axe *c*; da hierbei zwar stets eine optische Elasticitätsaxe mit *c*, die beiden andern aber nicht mit den krystallographischen Axen *a* und *b* zusammenfallen, so nehmen die letzteren Hauptschwingungsrichtungen in jedem dieser vier Netze verschiedene Lagen ein.

Ferrocyankalium. Wyrouboff hat bereits 1869 (Ann. d. phys. chim. [4], VIII, 16) die monosymmetrische Natur dieses, allgemein für tetragonal gehaltenen Körpers erwiesen. Nach ihm ist die scheinbare tetragonale Basis (die Fläche vollkommener Spaltbarkeit) die Symmetrieebene und die anscheinend tetragonale Pyramide die Combination zweier prismatischen Formen. Dieses bestätigte auch der Verf. Dünne Spaltungsplatten sind oft ganz homogen; in diesen sieht man dann sehr regelmässige Lemniskaten, deren Axenwinkel in Oel $112\frac{1}{2}°$; die Axenebene bildet 13° mit der Diagonale der Symmetrieebene. Dickere Krystalle sind dagegen aus abwechselnden Schichten in rechtwinkelig gekreuzter Stellung zusammengesetzt, und hier zeigt sich eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, die sich jedoch alle auf die oben erwähnten vier Stellungen der Molekularaggregationen zurückführen lassen.

Apophyllit. Durch Messungen an zwei Krystallen von Andreasberg wurde eine kleine Abweichung von den Winkeln einer tetragonalen Pyramide gefunden, indem das eine Paar paralleler Basiskanten 60° 10′, resp. 60° 16′, das andere 60° 21′, resp. 28′ maass. Es würde also auch hier eine »forme-limite« vorliegen.

Spaltungsplatten von Poonah zeigen meist zwischen gekreuzten Nicols nur schwache Aufhellung nach den Diagonalen und im convergenten Lichte ein schwarzes Kreuz mit weissen und violett-schwarzen Ringen und positiver Doppelbrechung (Leucocyclit Herschel's); zuweilen, besonders in der Nähe der Endflächen, lassen sie aber auch eine deutliche Trennung in verschiedene Theile erkennen; nur die Mitte ist wirklich einaxig, der Rand besteht aus zwei, in den Diagonalen an einander stossenden Partieen, welche zwar parallele Auslöschung haben, aber mit einer empfindlichen Platte verschiedene Farben geben und im convergenten Lichte je zwei optische Axen mit c. 30° scheinb. Winkel (und positiver Mittellinie) in zwei senkrecht gekreuzten Ebenen zeigen.

Die Krystalle von Zacatecas in Mexiko haben einen trüben Kern von quadratischem Umriss, der im polarisirten Lichte bei allen Drehungen dunkel bleibt: dieser ist von einem zweiten, um 45° gedrehten, aus trüben Streifen bestehenden Quadrat umschrieben, während die übrige Platte aus vier durchsichtigen, durch breite trübe Banden getrennten Sektoren, mit vollkommener Auslöschung parallel den Diagonalen der Platte, besteht; aber auch in diesen liegen zahlreiche Streifen, deren Schwingungsrichtung den Seiten parallel geht. Im convergenten Lichte erblickt man in der Mitte das schwarze Kreuz, in den vier Sektoren dagegen zwei Axen, welche in Ebenen, parallel den Diagonalen, also in zwei benachbarten Sektoren gekreuzt liegen.

Das Verhalten der Krystalle von Farör hat schon Brewster beschrieben. Dieselben, im polarisirten Lichte durch ein Prismenflächenpaar betrachtet, zeigen sich zusammengesetzt aus zahlreichen, der Basis parallelen Schichten von ver-

schiedener Farbe, welche meist von der Mitte nach den beiden Enden hin symmetrisch vertheilt sind. Spaltungsplatten || (001), aus der Mitte genommen, lassen vier Sektoren, deren Grenzen parallel den Seiten, mit je zwei Axen erkennen, welche so liegen, wie oben bei Zacatecas angegeben. Eine basische Platte vom Ende des Krystalls ist fast vollkommen einaxig, bis auf kleine Abschnitte an den Ecken.

Die tafelförmigen Krystalle von Cafre d'Or in Nova Skotia bestehen aus zwei optisch zweiaxigen Theilen, deren Axenebene in einem der einen, im andern der zweiten Diagonale parallel ist, und zeigen nirgends Einaxigkeit.

Eine nahe der Spitze entnommene Platte aus einem mehr prismatisch ausgebildeten Krystall von Andreasberg lässt vier diagonale Sektoren mit ebenso gerichteter Auslöschung erkennen, welch letztere aber keine vollkommene ist; einige Partieen sind einaxig. Im convergenten Lichte sind die Farbenringe die gewöhnlichen, theils die der einaxigen, theils die der zweiaxigen Körper mit wechselndem Axenwinkel.

Die prismatischen Krystalle von Cziklowa bestehen, durch die Prismenflächen betrachtet, aus basischen Schichten von verschiedener Farbe, welche nach den beiden Enden zu breiter werden. Durch die Basis zeigen dieselben keine deutlichen Auslöschungen und im convergenten Lichte ein nicht sehr vollkommenes schwarzes Kreuz mit negativer Doppelbrechung.

Unter den von Biot herrührenden und ebenfalls vom Verf. untersuchten Platten liess eine an verschiedenen Stellen die Leucocyclitringe, an andern die gewöhnliche Farbenfolge der einaxigen Krystalle erkennen, und mehrere zeigten die Erscheinung der positiven Doppelbrechung für das eine, der negativen für das entgegengesetzte Ende des Spektrum, und zwar in verschiedenem Sinne, die eine Platte positiv für Roth, die andere negativ für dieselbe Farbe.

Diese sehr mannigfaltigen Erscheinungen glaubt der Verf. mit einander in Beziehung zu setzen durch die Annahme, dass das Fundamentalnetz des Apophyllit ein, dem tetragonalen sehr ähnliches, monosymmetrisches sei, und dass, bei dem sehr geringen Unterschiede der optischen Elasticität in den beiden Axen a und b (c = Symmetrieaxe), die kleinen Deformationen, welche nöthig sind, um die Netze verschiedener Stellung in eine Form zu zwingen, den Uebergang eines positiv doppelbrechenden Krystalls in einen negativen bewirken können.

Idokras. Bisher ist nur bekannt, dass das Kreuz im convergenten Lichte beim Drehen auseinander geht. Ein Krystall von Ala, nach (001) geschliffen, war aus vier diagonalen Sektoren zusammengesetzt, die zweiaxig waren, mit Axenebenen senkrecht zu den Seiten der Basis, daher in benachbarten Sektoren gekreuzt; an der Grenze waren sie zu einem einaxigen Streifen vermischt. Eine parallel der Hauptaxe geschnittene Platte zeigt regelmässige Schichten nach der Basis, in der Mitte aber verschiedene Farben, unregelmässig einander durchdringend; die Auslöschung ist jedoch eine allgemeine und vollkommene parallel der Hauptaxe. Die Aehnlichkeit der Erscheinungen mit denen des Apophyllit führt zu derselben Anschauung über die Krystallform des Vesuvian.

Rutil, Anatas, Brookit. Ein Rutilkrystall von St. Yrieix, nach (001) geschliffen, erscheint, wenn die Seiten der Platte 45° mit den Nicols bilden, ganz erfüllt von grünen und rothen Streifen parallel den Seiten, zwischen denen ungefärbte Rechtecke liegen, welche wieder zahlreiche gekreuzte Linien enthalten; sind die Seiten der Platte den Nicolhauptschnitten parallel, so erfolgt eine fast allgemeine Auslöschung. Die Streifen sind zu schmal, um die Lage der Lemniskaten in denselben zu studiren, aber es ist wahrscheinlich, dass der Rutil nicht tetragonal, sondern rhombisch oder monosymmetrisch ist.

Brookitkrystalle vom Wallis zeigen im parallelen Lichte grün und roth gefärbte Partieen und eine Auslöschung unter 12—13° gegen die vertikale Streifung der vorherrschenden Tafelfläche, (100) nach Schrauf; im convergenten weissen Lichte beobachtet man jene bekannten, schön gefärbten, hyperbolischen Streifen, welche denen gleichen, die man durch Uebereinanderschichten gekreuzter zweiaxiger Platten erhält. Krystalle desselben Minerals von Snowdon und Tremadoc zeigen ähnliche Erscheinungen, nur ist der Axenwinkel für Roth und Gelb grösser, daher das Axenbild im weissen Lichte einem gewöhnlichen ähnlicher sieht. Auch diese Thatsachen können nach dem Verf. in ähnlicher Weise, wie beim Apophyllit, erklärt werden.

Tafelförmige Anataskrystalle von Brasilien sind erfüllt mit rechtwinkelig gekreuzten, verschieden gefärbten Streifen; sehr dünn geschliffen, zeigen sie im convergenten Lichte Lemniskaten mit sehr kleinen Axenwinkeln in allen möglichen Ebenen. Aehnlich verhalten sich die Krystalle von Bourg d'Oisans, doch ist der Axenwinkel noch kleiner, der einaxige Charakter noch mehr ausgeprägt. Es weist somit auch das Verhalten des Anatas auf eine monosymmetrische Molekularanordnung hin.

Der Verf. glaubt nun, dass die primitive Molekularlagerung bei allen dreien, Rutil, Anatas und Brookit, die gleiche sei, und dass die Differenzen ihres spec. Gewichtes sich durch die Art der Lagerung der einzelnen Netze, welche einander um so mehr beeinflussten, je inniger sie einander durchdringen, erklären. Der Umstand, dass geglühter Anatas sein spec. Gew. erhöht (Damour) und dass Brookit beim Erhitzen permanente Aenderungen seiner optischen Eigenschaften erfährt, würde beweisen, dass die Art der Durchdringung der verschiedenen Molekularaggregate durch hohe Temperatur verändert wird.

Zirkon. Eine Platte senkrecht zur Hauptaxe liess einen fast vollkommen einaxigen Kern erkennen, der von einer Hülle umgeben war, welche, parallel den Seiten gestreift, in denselben Richtungen Auslöschung und im convergenten Lichte Lemniskaten zeigte, deren Verbindungslinie senkrecht zu den Seiten der Platte stand. In einem vollkommen durchsichtigen grünlichen Krystall wurden die regelmässigsten Lemniskaten, von wechselnder Richtung und wechselndem Axenwinkel, beobachtet und daher der Zirkon für monosymmetrisch krystallisirend erklärt.

Mellit. Die Beobachtung von Des Cloizeaux (Nouv. Rech. s. l. propr. opt. d. crist., Mém. de l'Ac. 1868, t. XVIII, S. 525), dass beim Honigstein selten Einaxigkeit vorhanden sei, und dass manche Platten aus zwei, in den Diagonalen an einander grenzenden, zweiaxigen Hälften mit senkrecht zu einander stehenden Axenebenen zusammengesetzt seien, steht mit den obigen Anschauungen im vollen Einklang.

3. Pseudohexagonale Substanzen.

Es giebt bekanntlich eine ganze Reihe rhombischer Substanzen, welche eine auffallende hexagonale Symmetrie zeigen. Alle diese treten besonders häufig in Verwachsungen auf, in denen die einzelnen Krystalle 60° mit einander bilden. Zu einer rhomboëdrischen Symmetrie kann man jedoch durch Verwachsung rhombischer Krystalle nur dann gelangen, wenn die letzteren hemiëdrisch sind, wohl aber durch Verwachsung monosymmetrischer. Solche Verwachsungen sind nun nach dem Verf. viele, bisher für hexagonal gehaltene Substanzen.

Apatit. Violette Krystalle von Schlaggenwalde, nach (001) dünn geschliffen, lassen drei einander unregelmässig durchdringende Theile erkennen, deren jeder im convergenten Lichte deutlich zweiaxig erscheint: ihre Axenebenen

bilden 60° mit einander. Krystalle von Estremadura zeigen sechs Sektoren, deren je zwei gegenüber liegende demselben (rhombischen) Krystalle angehören. Bei anderen ist indess die Mischung der verschiedenen Molekularaggregationen eine so innige, dass sie die regelmässigen Erscheinungen der einaxigen Krystalle zeigen.

Beryll. In dickeren Platten dieses Minerals sieht man fast immer dunkle und helle Partieen, deren Ort wechselt, wenn man die Platte gegen die Nicols dreht, und im convergenten Lichte dislocirte Ringe. Bei dünnen Platten werden die Erscheinungen regelmässiger, aber unter 0,1 Millim. verschwinden sie wegen der schwachen Doppelbrechung fast ganz. Parallel zur Axe geschnittene Platten zeigen Streifen parallel der Axe, mit ebenso gerichteter Auslöschung. Dieses Mineral ist demnach ebenfalls von rhombischem Charakter mit grosser Neigung zur innigen Mischung der verschieden orientirten Molekularsysteme.

Turmalin. Der Turmalin zeigt ganz dieselben Erscheinungen (nach der Basis gewöhnlich drei scharf abgegrenzte trianguläre Sektoren), wie das vorige Mineral; es gilt für ihn also das Gleiche, nur mit dem Unterschiede, dass er hemiëdrisch ist.

Korund unterscheidet sich nur wenig von den vorigen.

Pennin und Klinochlor. Bekanntlich hat der erstere sehr schwache Doppelbrechung, theils negative, theils, wie der Kämmererit, positive. Für den Klinochlor, zweiaxig mit sehr wechselndem Axenwinkel, stellt der Verf. wegen der Beziehungen zum Pennin, das Axenverhältniss $1 : \sqrt{3} : 2,215$ auf, bei welchem die Basis von 120° Seitenwinkel nur 0° 17′ gegen den Horizont geneigt ist; es wird alsdann das Prisma Des Cloizeaux's zu $(11\bar{2})$, dessen primäre Hemipyramide zu (221). Bei dieser Stellung sind die Formen denen des Chlorit so ähnlich, dass die parallelen Verwachsungen beider erklärlich sind. Des Cloizeaux führt bereits Krystalle von Texas an, welche aus einem einaxigen Kern von Pennin, umgeben von einer zweiaxigen Hülle von Klinochlor, bestehen. Der bekannte Chlorit, welcher zu Ala mit Almandin und Diopsid vorkommt, zeigt sehr regelmässig einen hexagonalen Kern; dieser ist von breiten, aus Klinochlor bestehenden Banden umgeben, deren Axenebene jedesmal senkrecht zu ihrer Längsrichtung steht, welche also drei verschiedene Stellungen besitzen; ihr Axenwinkel ist sehr veränderlich. Der Verf. betrachtet nun jenen mittleren Theil als eine innige Mischung der drei verschieden gestellten, monosymmetrischen Molekularaggregate und ebenso jeden einaxigen Chlorit. Darnach müssten also die Mineralien Pennin und Klinochlor vereinigt, und ersterer nur als eine Verwachsungsart des letzteren betrachtet werden.

4. Pseudorhombische Substanzen.

Solche hat besonders Des Cloizeaux als Verwachsungen monosymmetrischer Individuen kennen gelehrt.

Harmotom lässt sich so aufstellen, dass sein Axenverhältniss sehr nahe $\sqrt{2} : \sqrt{2} : 1$ wird, also fast einer regulären Molekularaggregation entspricht; in der That ahmen die Verwachsungen dieses Minerals in ihren Formen das reguläre System nach.

Topas. Bereits Brewster hat auf die Variabilität des Axenwinkels in ein und derselben Topasplatte und auf die Farbenzeichnungen, welche man im parallelen Lichte erblickt, aufmerksam gemacht. Eine sehr dünne basische Platte eines brasilianischen Krystalls zeigte eine centrale Partie mit unvollkommener, etwas gegen die Diagonale geneigter Auslöschung und eine Hülle mit sehr vollkommener Auslöschung, welche aber stärker gegen jene Richtung geneigt ist. Bei einer andern Platte war die mittlere Partie in vier Sektoren getheilt, deren Schwin-

gungsrichtungen je 3° mit der Diagonale bildeten, während die der äusseren Hüllen sogar 16° damit einschloss. Es ist das Molekularnetz also ein monosymmetrisches, dessen beide Stellungen sich nur in dem mittleren Theile mehr oder weniger vermischen.

5. Pseudomonosymmetrische Substanzen.

Orthoklas und Mikroklin. Der Verf. nimmt an, dass das erstere dieser Mineralien nur als eine, den früher beschriebenen analoge Mischung, von dem letzteren gebildet, zu betrachten sei. Um dies zu beweisen, wurden von kleinen, ganz durchsichtigen Adularkrystallen vom Gottbardt Platten senkrecht zur Vertikalaxe geschliffen; es zeigen sich, besonders nach den spitzen Prismenkanten hin scharf begrenzt, vier diagonale Sektoren, von denen zwei gegenüber liegende gleiche, aber gegen die Diagonalen 2—3° geneigte Auslöschung zeigen, während die der beiden andern ebensoviel nach der entgegengesetzten Seite abweicht; in der Mitte wechseln beide optische Orientirungen, oder die Substanz ist ganz innig gemischt, so dass hier ein vollständiger Uebergang von wahrem Mikroklin zu homogenem Orthoklas vorliegen würde.

Der Verf. schliesst seine Arbeit mit folgenden allgemeinen Betrachtungen: Die Anschauung, dass in den Krystallen die Vertheilung der materiellen Punkte um jeden derselben eine gleiche sei, ist nicht mehr gültig für die Substanzen mit einer Grenzform; bei diesen existirt eine wahre Homogeneïtät nicht mehr, sie bilden einen Complex von grösserer Symmetrie, als diejenige der einzelnen Theile ist. Um in der Hauy'schen Weise zu sprechen: während die wirklich homogenen Körper aus vollkommen congruenten Parallelepipeden aufgebaut sind, ist dies nicht bei denen der Fall, deren Primitivform eine Grenzgestalt darbietet, ebensowenig, wie bei den isomorphen Mischungen. Diese Primitivform kann als einzelner Krystall auftreten, kann in verschiedenen Stellungen mit einander verwachsen, um einen scheinbar einfachen Krystall zu bilden, und kann endlich als ein inniges Gemisch derselben auftreten. Die Versuche beweisen, dass zwischen diesen alle Uebergänge stattfinden. Die Variabilität der Winkel der Aussenflächen welche Scacchi mit den Namen »Polysymmetrie« belegt, ist die natürliche Folge jener Zusammensetzung der Krystalle. Ebenso erklärt sich die »Polyëdrie«, das Auftreten sogenannter vicinaler Flächen mit complicirten Indices; diese sind die wahren Flächen der einzelnen constituirenden Theile des ganzen Krystalls. Bei der Vereinigung verschiedener Lagerungsweisen in einem Krystall beeinflussen diese einander wechselseitig; doch sind diese Wirkungen nur zweiter Ordnung.

Da solche Krystallcomplexe bei allen dimorphen Körpern, d. h. allen denjenigen, welche einander nahe stehende Formen (forme-limite) haben, vorkommen, so scheint es, dass das Primitivnetz der Anordnung ihrer Moleküle ein und dasselbe für die verschiedenen Modifikationen ist, und diese sich nur durch die Art der Verbindung der Molekulaggregationen unterscheiden. Für den Begriff der »Species« würde hieraus der Schluss zu ziehen sein, dass als solche die Substanzen mit identischem Primitivnetz, als Varietäten diejenigen mit verschiedener Lagerung desselben, zu betrachten seien.

Der Arbeit schliesst sich dann noch eine theoretische Herleitung der optischen Erscheinungen von Combinationen dünner Krystallplatten an.

Ref. P. Groth.

XXIV. Ueber Ungarns Anglesite.

Von

Jos. A. Krenner in Budapest.

Auszug aus einem in der ungar. Akad. der Wissensch. gehaltenen Vortrage.

(Hierzu Tafel XIV u. XV.)

Die ungarischen Anglesite sind, mit Ausnahme jener von Pila, in morphologischer Beziehung noch nicht untersucht worden. Krystalle von letzterem Fundorte hat v. Lang einer genauen Prüfung unterzogen, deren Resultat er in seiner grossen Anglesitarbeit *) publicirte. Ausser Pila findet man in der Literatur noch Moravicza, Dognácska, Moldova und Uj-Sinka als ungarische Fundorte dieses Minerals angeführt, wobei namentlich in Bezug auf Moravicza v. Cotta **) hervorhebt, dass die Krystalle von diesem Orte sehr schön sind. Was die Angabe Moldova anbelangt, so dürfte derselben eine Verwechslung mit Dognácska zu Grunde liegen, während ich an Erzhandstücken von Uj-Sinka wohl Cerussite aber keine Anglesite wahrnehmen konnte. Ich selbst kann zu den nach dem Gesagten noch verbleibenden drei Anglesitfundorten noch zwei, nämlich Felsöbánya und Borsabánya hinzufügen.

Meine Untersuchung erstreckte sich also auf die Anglesite von Moravicza, Dognácska, Felsöbánya und Borsabánya, und ergab für diese Fundorte im Ganzen 23 Formen, von denen 7 neu sind.

Da durch v. Lang's Arbeit 31 Gestalten bekannt wurden, Hessenberg ***) zu diesen noch 2, Zepharovich †) aber 3 neue hinzufügte, so ergiebt sich, mit Berücksichtigung der an ungarischem Materiale neu aufgefundenen, für den Anglesit ein Formenreichthum von 43 Gestalten.

---

*) V. v. Lang. Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. Wien 1859. **36.** p. 241.

**) v. Cotta. Erzlagerstätten von Ungarn und Siebenbürgen.

***) Hessenberg. Mineral. Notizen. Abhandlungen der Senkenb. Gesellschaft. Fr. a. M. 1863. p. 31.

†) v. Zepharovich. Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. Wien 1864. **101.** p. 370.

Indem ich vorausschicke, dass in dieser Publikation sämmtliche Figuren so bezeichnet und aufgestellt sind, wie es v. Lang gethan hat, dass daher die Makrodiagonale *b* des Spaltungsprismas $m = 110$ von vorne nach rückwärts, die Brachydiagonale *a* hingegen von links nach rechts gerichtet erscheint, schreite ich zur Aufzählung der Formen, welche ich an dem im Besitze des ungarischen Nationalmuseums befindlichen, obigen Fundorten entstammenden Materiale beobachten konnte.

Diese sind:

Endflächen:	$c = 100$,	$\infty\bar{P}\infty$
	$b = 010$,	$\infty\breve{P}\infty$
	$a = 001$,	oP
Prismen:	$m = 110$,	∞P
	$n = 120$,	$\infty\breve{P}2$
	$i^* = 320$,	$\infty\bar{P}\frac{3}{2}$
Domen:	$o = 011$,	$\breve{P}\infty$
	$\varphi = 012$,	$\frac{1}{2}\breve{P}\infty$
	$v^* = 013$,	$\frac{1}{3}\breve{P}\infty$
	$x^* = 035$,	$\frac{3}{5}\breve{P}\infty$
	$j^* = 0.2.11$,	$\frac{2}{11}\breve{P}\infty$
	$d = 102$,	$\frac{1}{2}\bar{P}\infty$
	$l = 104$,	$\frac{1}{4}\bar{P}\infty$
Pyramiden:	$z = 111$,	P
	$r = 112$,	$\frac{1}{2}P$
	$\tau = 221$,	$2P$
	$\zeta = 142$,	$2\breve{P}4$
	$y = 122$,	$\breve{P}2$
	$\mu = 124$,	$\frac{1}{2}\breve{P}2$
	$p = 324$,	$\frac{3}{4}\bar{P}\frac{3}{2}$
	$w^* = 128$,	$\frac{1}{4}\breve{P}2$
	$\pi^* = 155$,	$\breve{P}5$
	$q^* = 166$,	$\breve{P}6$.

Die mit einem Sterne * bezeichneten Gestalten wurden an diesem Minerale noch nicht beobachtet.

Die Messungen sind mit einem mit 2 Fernrohren versehenen Goniometer bewerkstelligt.

I. Moravicza.

(Tafel XIV, Fig. 1—5.)

Die Anglesite dieses Fundortes sind schöne meergrüne, lange Säulen, welche sich in Klüften von Brauneisen absetzten. Gewöhnlich stossen sie mit ihren beiden Enden an die gegenüberliegenden Wände des Mutter-

gesteins, doch trifft man auch solche kürzere, welche eine gute terminale Ausbildung aufweisen. Letztere zeichnen sich gewöhnlich durch einen complicirteren Bau aus, und was Flächenreichthum anbelangt, nehmen sie unter den ungarischen Anglesiten den ersten Rang ein. Der Umstand, dass die derartig entwickelten Krystalle gewöhnlich sehr klein sind — 0·5 bis 3^{mm} lang, 0·5 bis 1·5^{mm} dick — erschwerte die Untersuchung, wogegen der intensive Glanz der winzigen Flächen diese begünstigte.

Die Krystalle dieses Fundortes sind nach dem Doma $d = 201$ gestreckt, und diejenigen, welche an den Wänden der Brauneisenklüftchen anstossen, erreichen oft bei einer Dicke von 2^{mm} eine Länge von 20^{mm}. Die Kanten dieses Domas sind von den Endflächen $a = 100$ abgestumpft, obgleich es auch Fälle giebt, wo letztere fehlen. Im Ganzen genommen betheiligen sich an der Formausbildung dieser Krystalle nicht weniger als 16 Gestalten, von denen drei neu sind. Beobachtet wurden:

Endflächen:	$c = 100$
	$b = 010$
	$a = 001$
Prismen:	$m = 110$
	$n = 120$
Domen:	$d = 102$
	$l = 104$
	$o = 011$
	$v^* = 013$
	$x^* = 035$
Pyramiden:	$z = 111$
	$y = 122$
	$\mu = 124$
	$p = 324$
	$\zeta = 142$
	$w^* = 128$

Die neue Domenfläche $v = 013$, welche in der $z\mu$ Zone liegt, ist sehr häufig. Das andere Doma $x = 035$, welches in der Zone ov zwischen diesen beiden liegt und nie zu bedeutender Entwickelung gelangt, ist seltener, während die neue Pyramide $w = 821$, durch die Zonen vd und $y\mu$ bestimmt, öfters zu beobachten ist

Die Flächen spiegeln im Allgemeinen sehr gut, obgleich jene des dominirenden d meist den terminalen an Glanz nachstehen. Trotz des intensiven Glanzes letzterer Flächen, verhindert deren Kleinheit öfter reine Reflexbilder zu erhalten. Von den Flächen ist $m = 110$ und $c = 100$, besonders aber letztere, parallel der Combinationskante 110, 100 gestreift; auch das neue Doma $v = 013$ bildet oft durch treppenartige Wiederholung mit $a = 100$ und $b = 010$ Combinationsstreifen.

Da wo die Flächen etwas grösser waren und das Fadenkreuz scharf wiederspiegelten, konnte man sich die Ueberzeugung verschaffen, dass die Elemente dieser Anglesitkrystalle — trotz ihrer grünen Farbe — von den durch Kokscharow ermittelten Werthen*) sich nicht nennenswerth entfernen; selbst bei den kleineren Flächen mit trüberem Reflexe beschränken sich die Abweichungen auf einige Minuten und zwar bald in dem einen bald in dem anderen Sinne. Letztere, welche aus den weiter unten angegebenen Zahlenwerthen ersichtlich, sind daher nicht auf Rechnung der Unvollkommenheit der Krystalle, oder auf jene des Einflusses der färbenden Substanz zu schreiben, sondern vielmehr als eine Folge der durch die Kleinheit mancher Krystallflächen bedingten Unvollkommenheit der Beobachtung zu betrachten.

Was das Vorkommen dieses Anglesites anbelangt, so findet er sich, wie schon erwähnt, in den Spalten jener Limonitmassen, welche stellenweise in die Magneteisenmassen der Moraviczaer Paulusgrube eingebettet sind. In das Brauneisen ist eingestreut Sphalerit, fein vertheilter Galenit und etwas Chalkopyrit. Auf Handstücken sieht man noch das Magneteisen, jedoch auch Haematit. Offenbar deutet dies auf einen oxydirenden Prozess hin, welcher das Magneteisen in Limonit umwandelte — der Haematit erscheint in diesem Umwandlungsprozess als ein Mittelglied — und zugleich den Galenit in Anglesit umwandelte, wobei der mitvorkommende Kupferkies uns das färbende Agens vermuthen lässt.

Im Folgenden werden die Combinationen der Anglesite dieses Fundortes beschrieben.

1. Krystall, Fig. 1, zeigt eine für diese Anglesite selten einfache Form, bestehend aus $a = 001$, $b = 010$, $c = 100$, $m = 110$, $d = 102$, $o = 011$, $z = 111$ und $y = 122$. Der Krystall, 2^{mm} lang und 1^{mm} breit, ist einer derjenigen, welcher gut entwickelte Domen $o = 011$ und stark glänzende $d = 102$ besitzt. Die Messung ergab bei zehnfacher Repetition:

$$102 \,.\, 10\bar{2} = 101^{\circ}\, 12'\, 26''$$
$$011 \,.\, 01\bar{1} = 75^{\circ}\, 34'\, 48''$$

Die Neigungen der übrigen Flächen wurden gefunden:

$$011 \,.\, 100 = 44^{\circ}\, 53$$
$$122 \,.\, 111 = 18^{\circ}\, 26$$
$$111 \,.\, 110 = 25^{\circ}\, 31$$
$$110 \,.\, 100 = 37^{\circ}\, 59$$

Die letzteren Flächen sind etwas gestreift.

2. Krystall. Dieser ist $0{\cdot}8^{mm}$ dick und 2^{mm} lang und besteht aus $a=001$, $b = 010$, $c = 100$, $m = 110$, $d = 102$, $o = 011$, $z = 111$, $y = 122$,

*) N. v. Kokscharow. Materialien zur Mineralogie Russlands. Petersburg 1853. 1. p. 34 und 1854—1857. 2. p. 167.

$\mu = 124$. Nach $c = 100$ ist er beinahe tafelartig entwickelt. Von den Messungen seien angeführt:

$100 . 102 = 50^0\ 38$
$100 . 111 = 14^0\ 45$
$11\bar{1} . 111 = 51^0\ 15$
$111 . 122 = 18^0\ 30$
$110 . 100 = 38^0\ \ 2$

Die 110- und 100-Flächen sind gestreift, ihre Reflexbilder verschwommen.

3. Krystall. Das Ende eines Säulenbruchstücks, 1·5mm dick, dessen unsymmetrische Entwickelung Fig. 4 (vergl. auch Fig. 2) erläutert. Er besteht aus den Flächen: $b = 010$, $c = 100$, $m = 110$, $o = 011$, $d = 102$, $z = 111$, $y = 122$, $\mu = 124$, $p = 324$, $\zeta = 142$, woraus ersichtlich, dass sich fünf Pyramiden an seiner Gestalt betheiligen. Die gemessenen Winkel sind:

$102 . \bar{1}02 = 78^0\ 43$
$010 . 142 = 26^0\ 41$
$010 . 011 = 37^0\ 46$
$100 . 110 = 38^0\ 12$
$111 . 110 = 25^0\ 32$
$100 . 111 = 44^0\ 46$
$111 . 122 = 18^0\ 29$
$122 . 124 = 19^0\ 27$
$124 . 102 = 34^0\ 51$
$324 . 102 = 24^0\ 52$
$324 . 111 = 13\frac{1}{2}^0$ circa
$122 . 102 = 44^0\ 54$

4. Krystall. 1mm dickes Säulenbruchstück, an welchem das neue Doma $v = 013$ (vergl. Fig. 2) auftritt, ausser diesem aber noch die Formen $a = 001$, $b = 010$, $c = 100$, $m = 110$, $o = 011$, $d = 102$, $z = 111$, $y = 122$, $\mu = 124$, $p = 324$. Das neue Doma zeigt die Neigung $013 . 010 = 66^0\ 42'$, während die Rechnung $66^0\ 44{\cdot}4'$ ergiebt. Die übrigen Messungen an diesem Krystalle sind:

$110 . \bar{1}10 = 103^0\ 48$
$102 . \bar{1}02 = 78^0\ 45$
$124 . \bar{1}24 = 38^0\ \ 5$
$122 . 124 = 19^0\ 22$
$124 . 011 = 26^0\ 58$
$122 . 111 = 18^0\ 30$

5. Krystall. Ein 1·4mm breiter und 2.5mm langer asymmetrisch entwickelter Krystall, dessen Combination die Fig. 2 darstellt. Seine Gestalten sind: $a = 001$, $b = 010$, $c = 100$, $m = 110$, $d = 102$, $o = 011$, $v = 013$,

$z = 111$, $y = 122$, $\mu = 124$, $\zeta = 142$. Durch wiederholte Messungen ergaben sich folgende Mittelwerthe:

010 . 110 = 51° 55
010 . 142 = 26½° circa
010 . 122 = 55° 11
010 . 011 = 37° 48
110 . 14$\bar{2}$ = 39° 11
010 . 14$\bar{2}$ = 26° 40
122 . 111 = 18° 25
122 . 124 = 19° 24

Für die neue Fläche fand ich 12$\bar{4}$. 01$\bar{3}$ = 16° 30′.

6. Krystall. 1mm dickes Säulchen, welches die neue Fläche $x = 035$ aufweist, mit, bei diesen Krystallen ungewöhnlicher Basisentwickelung, Fig. 3. Seine Formen sind: $a = 001$, $b = 010$, $c = 100$, $m = 110$, $d = 102$, $l = 104$, $o = 011$, $v = 013$, $x = 035$, $z = 111$, $y = 122$, $\mu = 124$, $p = 324$. Gemessen wurde für das neue Doma

011 . 035 = 14° 32′, berechnet 14° 28·6′,

ebenso für 013 . 011 = 28° 54′ gemessen, berechnet 28° 56·7′.

Die übrigen gemessenen Werthe stellen sich folgendermassen dar:

111 . 11$\bar{1}$ = 51° 8
102 . 001 = 39° 24
102 . 104 = 16° 55
100 . 324 = 43° 56
110 . 111 = 25° 30
111 . 124 = 30° 40
122 . 011 = 26° 38
011 . 001 = 52° 12

7. Krystall. Ein schöner symmetrischer Krystall, welcher 1·6mm breit und 2·5mm lang ist, dessen Bild Fig. 5 versinnlicht. Die Endfläche $b = 010$ fehlt zwar hier, jedoch weist er das Prisma $n = 120$ und die neue Pyramide $w = 128$ auf. Die Combination besteht aus: $a = 001$, $c = 100$, $m = 110$, $n = 120$, $d = 102$, $o = 011$, $v = 013$, $z = 111$, $y = 122$, $\mu = 124$, $w = 128$. Für die Pyramide $w = 128$, welche durch ihre Lage in den Zonen [122, 124] und [013, 102] charakterisirt ist, ergiebt die Messung:

124 . 128 = 16° 31′
128 . 102 = 32° 30′

während die Rechnung für den ersten Fall 16° 28·4′ und für den zweiten 32° 28·5′ verlangt.

In Bezug auf die anderen Flächen zeigten sich folgende Winkelwerthe:

011 . 01$\bar{1}$ = 75° 36
011 . 111 = 45° 8
111 . 124 = 30° 43

124 . 122 = 19° 20
110 . 100 = 38° 16
120 . 110 = 19° 30
124 . 013 = 21° 16
001 . 013 = 23° 14

II. Dognácska.

Die Anglesite des Dognácskaer Erzbergbaues besitzen einen anderen morphologischen Charakter als die soeben behandelten des Nachbarortes, indem sie nicht, wie diese, nach der Axe *b*, sondern nach *a* säulenartig gestreckt sind, wobei das Doma *o* = 011 die Rolle der Säule übernimmt.

Man kann sie in zwei Typen scheiden. Zu dem I. Typus rechne ich kurze dicke durchsichtige oder durchscheinende Säulen, die oft bedeutendere Dimensionen erreichen und deren Ende durch die mehr oder minder dominirende Endfläche *c* = 100 nebst einigen untergeordnet auftretenden Pyramiden, Prismen und Domen abgeschlossen ist. Die Krystalle enthalten stellenweise etwas Bleimulm, der sich namentlich in der Nähe der Aufwachsungsstelle einfindet.

Getrennt von diesem, mir nur durch lose Krystalle bekannten Vorkommen, finden sich die Anglesite des II. Typus. Es sind dies lange undurchsichtige dunkelgraue oder schwarze Säulen, die sich oft durch Treppenbildung gegen die Spitze thurmartig verjüngt aufbauen. Die Handstücke weisen massige Drusen mit fehlendem Muttergestein auf, deren meist parallel gerichtete Krystalle einen eigenthümlichen damastartigen Schimmer zeigen. Letztere Oberflächenerscheinung, die durch oftmalige Wiederholung paralleler Flächenstreifen hervorgerufen wird, ist ursprünglich den Krystallen eigen, hat daher mit ähnlichen Flächendamast corrodirter Aragonit-, Calcit- u. s. w. Krystalle, genetisch wenigstens, nichts gemein. Von den dortigen Bergleuten wird dieses durch Bleimulm gefärbte Mineral »Schwarzerz« genannt und von dem mitvorkommenden schwarzen Cerussit, dem ja eigentlich dieser Name zukommt, nicht getrennt.

Bei diesen oft ziemlich grossen Krystallen dominiren an den Enden die Pyramiden, während die oben genannte Endfläche *c* = 100 entweder fehlt oder nur eine ganz untergeordnete Rolle spielt; ausserdem trifft man sehr häufig das Doma φ = 012 an, welches an den weissen nicht beobachtet wurde. Jede dieser Anglesitarten lieferte je eine neue Fläche, während im Ganzen an beiden Typen zusammen 16 Formen bestimmt wurden.

Dognácska. Typus I. (Fig. 6—9).

Die nach *o* = 011 säuligen farblosen Krystalle erreichen oft beträchtlichere Dimensionen; so zeigt ein solcher im Nationalmuseum befindlicher eine Länge von 30mm, eine Breite von 13mm und eine Dicke von 10mm.

Die Endfläche $c = 100$ ist meist auf Kosten der übrigen terminalen Gestalten bedeutend entwickelt und verdrängt sie auch mit Ausnahme des nie fehlenden $y = 122$ öfters gänzlich, während $a = 001$ und $b = 010$ seltener und dann auch nur untergeordnet erscheinen. Neu ist hier das Prisma $i = 320$, welches die Kante zwischen $c = 100$ und $m = 110$ abstumpft. Uebrigens sei bemerkt, dass die Flächen dieser Krystalle keinen bedeutenden Glanz aufweisen, wodurch trotz der Grösse der Flächen ganz genaue Messungen nur in einigen Fällen ermöglicht wurden. Auf der Fläche $c = 100$ ist eine der b-Axe parallel gehende feine Streifung zu bemerken.

Die beobachteten Formen sind folgende 14:

Endflächen:	$a = 001$
	$b = 010$
	$c = 100$
Prismen:	$m = 110$
	$n = 120$
	$i^* = 320$
Domen:	$o = 011$
	$d = 102$
	$l = 104$
Pyramiden:	$z = 111$
	$y = 122$
	$p = 324$
	$r = 112$
	$\tau = 221$

Während bei den Moraviczaer Krystallen die sonst ziemlich seltene Pyramide $\mu = 124$ charakteristisch ist, fehlt diese hier, und tritt an deren Stelle $r = 112$, welche wieder an den grünen nicht vorkommt.

Die Krystalle, welche ich in dem Bergorte selbst sammelte, sind lose, einzelne oder zusammengewachsene Individuen, von ihrem Muttergestein getrennt, weshalb sich nichts Näheres über deren Vorkommen sagen lässt, als dass sie auf Bleiglanz aufsitzen.

Von den Combinationen seien folgende erwähnt:

1. Krystall. (Fig. 6.) Dieser ist 4^{mm} dick, 8^{mm} lang und zeigt nur folgende drei Formen: $c = 100$, $o = 011$, $y = 122$.

Die Messung an denselben ergab:

$$011 \,.\, 01\bar{1} = 75^0\,31$$
$$122 \,.\, 011 = 26^0\,40.$$

2. Krystall. Ein in Bezug auf Dicke dem früheren Krystall gleichendes Bruchstück, welches aus den Flächen $c = 100$, $n = 120$, $o = 011$, $y = 122$ besteht. Gemessen wurde: $011 \,.\, 122 = 26^0\,13$, welcher Kantenwinkel gut zu messen war. $n = 120$ ergiebt sich aus dem Zonenverband.

3. Krystall. Dieser ist 3ᵐᵐ dick und zeigt die Formen: *c* = 100, *o* = 011, *z* = 111, *y* = 122.

Die Kantenwinkel messen:

100 . 111 = 44° 54
122 . 100 = 63° 20.

4. Krystall. (Fig. 7.) Er besitzt eine Dicke von 3·5ᵐᵐ und besteht aus *c* = 100, *n* = 120, *o* = 011, *d* = 102, *z* = 111, *y* = 122, wobei

102 . 100 = 50° 40

beträgt.

5. Krystall. Die Dicke desselben ist 4ᵐᵐ, sein Bild zeigt Fig. 9.*) Combination: *b* = 010, *c* = 100, *m* = 110, *o* = 011, *d* = 102, *z* = 111, *y* = 122, *r* = 112.

Von den Messungen erwähne ich:

110 . 100 = 38° 11
102 . 100 = 50° 31
112 . 102 = 26° 26.

6. Krystall. Wohl der grösste mir von diesem Typus bekannte Krystall; er ist 30ᵐᵐ lang, 13ᵐᵐ breit und ergiebt trotz seiner Grösse befriedigende Werthe. Er besteht aus: *c* = 100, *n* = 120, *o* = 011, *d* = 102, *z* = 111, *y* = 122, *r* = 112.

Von den Messungen führe ich an:

120 . 100 = 57° 33
122 . 112 = 18° 30
102 . 100 = 50° 40
111 . 122 = 18° 32.

7. Krystall. Ein Bruchstück, welches genauere Messungen gestattet. Dieses ist nur 2·5ᵐᵐ breit und gab folgende Werthe:

100 . 102 = 50° 35′ 50″
110 . 111 = 25° 35′ 10″
112 . 111 = 18° 11′ 0″
111 . 100 = 44° 50′ 10″
111 . 011 = 45° 10′.

8. Krystall. Fig. 8 stellt diesen kleinen 2·2ᵐᵐ dicken Krystall dar, welcher dadurch interessant ist, dass an demselben die Pyramide *τ* = 221 und das neue Prisma *i* = 320, welches die Combinationskante von *m* = 110 und *c* = 100 abstumpft, vorkommen.

Er zeigt im Ganzen folgende Formen: *a* = 001, *b* = 010, *c* = 100, *m* = 110, *i* = 320, *d* = 102, *z* = 111, *p* = 324, *r* = 112, *τ* = 221.

*) Es ist hierbei zu erwähnen, dass der Raumersparniss wegen bei diesem und den drei folgenden Krystallen nur das eine Ende gezeichnet wurde, und dass der Deutlichkeit halber die übrigen terminalen Flächen im Verhältniss zu *c* = 100 grösser gezeichnet wurden als sie in Wirklichkeit erscheinen.

In Bezug auf das neue Prisma fand ich 100 . 320 = 27° 32′, wogegen die Rechnung 27° 37·8′ ergiebt. Gemessen wurde noch:

102 . 100 = 50° 39
111 . 100 = 44° 45
110 . 221 = 13° 31.

Dognácska. Typus II. (Fig. 10 — 13).

Diese durch feinen Bleimulm schwarz oder dunkelgrau gefärbten Anglesite mit dem schon erwähnten Flächenschimmer weisen grosse Krystallindividuen auf, die ebenfalls nach *o* = 011 säulenartig ausgebildet sind. Neben den grossen, oft 40^{mm} Länge erreichenden Krystallen finden sich auch kleinere, deren Flächen sehr genaue Messungen zulassen. Bei diesem Typus wird die Endfläche *c* = 100 durch die stark entwickelten Pyramiden meist verdrängt. Ein eigentliches Muttergestein ist auch hier nicht zu bemerken, indem die ganze Masse der Handstücke aus schwarzem Anglesit besteht, doch findet man hie und da kleine, 2—4^{mm} grosse Pyritkryställchen angewachsen, die übrigens auch im Innern der grossen Krystalle zu bemerken sind.

An diesem Typus, an welchem *φ* = 012 selten fehlt, kann man das neue Doma *j* = 0.2.11 beobachten, welches die Combinationskante der Flächen *a* = 001 und *φ* = 012 abstumpft. Im Ganzen genommen sind die Flächen dieser Ausbildungsweise beinahe ident mit denen der früheren, mit Ausnahme von *φ* = 012, welches für diese als charakteristisch gelten kann.

Von Krystallgestalten wurden nachfolgende 14 beobachtet:

Endflächen:	*a* = 001
	b = 010
	c = 100
Prismen:	*m* = 110
	n = 120
	o = 011
	φ = 012
	j = 0.2.11
	d = 102
	l = 104
Pyramiden:	*z* = 111
	y = 122
	r = 112
	p = 324.

1. Krystall. Von den dunklen Krystallen ist dies wohl eines der am schärfsten und reichsten ausgebildeten Individuen, welches 3·5^{mm} Dicke und 9^{mm} Länge besitzt und in Fig. 10 dargestellt ist. Er besteht aus den Formen: *a* = 001, *b* = 100, *m* = 110, *n* = 120, *o* = 011, *φ* = 012,

$d = 102$, $l = 104$, $z = 111$, $y = 122$, $r = 112$, $p = 324$, enthält also — mit Ausnahme von $j = 0.2.11$ — alle bei diesem Typus vorkommenden Gestalten.

Die meist ebenen Flächen spiegeln sehr gut und ergaben folgende Neigung:

111 . 122 = 18° 27′ 55″
011 . 122 = 26° 43′ 0″
011 . 112 = 18° 25′ 0″
001 . 011 = 39° 22′ 50″
122 . $12\bar{2}$ = 66° 23′ 10″
122 . $1\bar{2}2$ = 89° 49′ 20″
112 . 122 = 18° 25′ 10″
120 . 110 = 19° 21′ 20″
324 . 111 = 13° 35′ 0″.

Diese Werthe sind die Mittel von einander nicht sehr differirender Zahlen, aus welchen sich auch ergiebt, dass der in der Anglesitmasse interponirte Bleimulm, dem die Krystalle die schwarze Farbe verdanken, auf die Neigung der Flächen keinen empfindlichen Einfluss ausübte.

2. Krystall. (Fig. 11.) Dieser ist 4^{mm} breit und 5^{mm} lang, ganz schwarz und interessant durch das Auftreten des neuen Domas j. Seine Gestalten sind: $a = 001$, $b = 010$, $c = 100$, $o = 011$, $\varphi = 012$, $j = 0.2.11$, $d = 102$, $z = 111$, $y = 122$, $r = 112$.

Die Neigung der neuen Fläche zur horizontalen Endfläche wurde zu (0.2.11) . (001) = 13° 20′ gemessen, während berechnet sich 13° 11·7′ ergiebt; 015 . 001 hingegen würde 14° 7·6′ verlangen. Ich habe diese Kanten wiederholt gemessen, doch widersprechen die erzielten Werthe immer den vermutheten einfachen Indices. Ferner gebe ich noch an:

011 . 122 = 26° 44′ 10″
011 . 012 = 19° 22′ 0″.

3. Krystall. 2^{mm} breit und 6^{mm} lang, ganz schwarz; Combination von $a = 001$, $b = 010$, $c = 100$, $o = 011$, $\varphi = 012$, $y = 122$, $z = 111$.

Gemessen wurde:

111 . 100 = 44° 47
012 . 011 = 19° 25
122 . $12\bar{2}$ = 66° 25.

4. Krystall. (Fig. 13.) Dieser ist 1·5^{mm} breit und 3^{mm} lang, schwarz und zeigt eine nach b tafelförmige Gestalt. Seine einzelnen Formen sind: $b = 010$, $c = 100$, $o = 011$, $y = 122$.

Gemessen wurde:

011 . 122 = 26° 40.

5. Krystall. Denselben zeigt Fig. 12; er besitzt eine Breite von 2^{mm}

und eine Länge von 4mm und besteht aus: o = 011, z = 111, y = 122, endlich der

6. Krystall, 1·5mm breit und 3mm lang, gleicht dem vorigen vollkommen, nur fehlt an ihm die Fläche z.

Er zeigt als Kantenwinkel für

$$011 . 01\bar{1} = 75^0 30$$
$$011 . 122 = 26^0 45.$$

III. Felsöbánya.

(Fig. 14—16.)

Als ich vor 3 Jahren Felsöbánya besuchte, fand ich auf Erzen von Levesbánya — derselben Grube des Trachytes, in welcher Adulare und Wolframite vorkommen —, auf Galenit schneeweisse spitze bis gegen 10mm lange Pyramiden, welche sich als Anglesite zu erkennen gaben. Diese fett- bis glasglänzenden Krystalle bestehen hauptsächlich aus einer nach der Axe a gestreckten, an dem Anglesit noch nicht beobachteten Pyramide, an welcher sich hier und da untergeordnet noch a = 001, ausserdem aber m = 110 und d = 102, zeigen. Diese spitzen Krystalle sind in der Regel zu schärferen Bestimmungen nicht geeignet*), man trifft aber auch in ihrer Gesellschaft ganz kleine Krystalle, welche den Charakter der dominirenden Pyramide zu bestimmen erlauben. Die Messung ergab an einigen solchen Kryställchen, dass ihre Hauptgestalt 155 = π ist, indem gefunden wurde:

$$155 . 15\bar{5} = 73^0 40'$$
$$155 . \bar{1}55 = 22^0 40',$$

während für diese Form die Rechnung im ersten Falle 73° 51·4′, im zweiten aber 22° 45·6′ ergiebt.

Die Combinationen, die beobachtet wurden, sind:

Fig. 14 : π = 155**),

Fig. 15 : π = 155, a = 001, m = 110,

π = 155, a = 001, d = 012 und

Fig. 16 : π = 155, a = 001, m = 110, d = 102,

wobei zu bemerken ist, dass in den meisten Fällen, namentlich bei grösseren Krystallen, die spitze Pyramide π allein auftritt.

---

*) Das Orientiren der Krystalle hingegen gelingt aber ganz gut, wenn das Prisma und das Doma vorhanden ist, welche letztere zwei Flächen gewöhnlich eben und sehr glänzend sind.

**) Aehnliche spitze Pyramiden beschrieb jüngst G. Seligmann als Pseudomorphosen von Cerussit nach Anglesit. Verhandl. des naturh. Vereins f. Rheinland. Jhrg. XXXIII. 4. Folge. III. Bd. Separatabdruck Seite 13.

IV. Borsabánya.

(Fig. 17—19.)

In Borsabánya fand ich in dem daselbst im Glimmerschiefer einbrechenden grosskörnigen und mulmigen Galenit einestheils milchweisse dünne längliche Säulchen, anderntheils aber klare durchsichtige wasserhelle würfelige Kryställchen, die sich in beiden Fällen als Anglesit erwiesen. Die Zahl der ermittelten Gestalten beträgt sieben, von denen eine neu ist.

Dieselben bestimmten sich als: $a = 001$, $b = 010$, $m = 110$, $o = 011$, $d = 102$, $z = 111$, $q = 166$, wobei die letzterwähnte Pyramide die neue Form ist.

1. Typus.

Die milchweissen Krystalle sind nach $d = 102$ säulig entwickelt, deren Enden aber durch $o = 011$ abgeschlossen. Hier und da, und zwar ganz untergeordnet, trifft man noch $a = 001$, $b = 010$, oder selbst die Grundpyramide $z = 111$.

Diese dünnen 0·5 bis 1mm langen Krystalle ergaben für das herrschende Doma:

$$102 . 102 = 78^0\ 58$$
$$» . » = 78^0\ 54$$
$$» . » = 78^0\ 51,$$

für das andere:

$$011 . 011 = 75^0\ 31$$
$$\text{bis} = 75^0\ 38.$$

Der berechnete Werth ist in dem einen Falle $78^0\ 56·8'$, in dem andern aber $75^0\ 35·6'$.

Die kleinen Krystalle sitzen auf dünnen Limonitfäden, welche, zu einem nicht sehr dicken Gewebe verbunden, den grosskörnigen Galenit überziehen.

Die hierher gehörigen Combinationen sind folgende:

Fig. 17 : $d = 102$, $o = 011$,
Fig. 18 : $d = 102$, $o = 011$, $z = 111$,
$b = 010$, $d = 102$, $o = 011$ und endlich
$a = 001$, $d = 102$, $o = 011$.

2. Typus.

Eine andere Ausbildungsweise zeigen die 1—2mm grossen wasserklaren Kryställchen, die einen starken Glanz besitzen und hanf- oder erbsengrosse Löcher des lichtgrauen leicht zerdrückbaren Bleimulms auskleiden. Bei diesen ist $d = 102$ und $o = 011$ im Gleichgewicht ausgebildet, wäh-

rend auch $a = 001$ und $b = 010$, neben $m = 011$ und $z = 111$ auftritt. Die durch $z = 111$ und $o = 011$ gebildete Kante wird durch die neue Pyramide $q = 166$ abgestumpft. Fläche $m = 110$ ist fein gestreift.

An einem guten Krystall (Fig. 19), welches sämmtliche hier erwähnte Formen trägt und daher aus: $a = 001$, $b = 010$, $m = 110$, $o = 011$. $d = 102$, $z = 111$, $q = 166$ besteht, ergab die Messung:

$$001 \,.\, 011 = 52^{0}\ 13$$
$$102 \,.\, \bar{1}02 = 78^{0}\ 58$$
$$011 \,.\, 111 = 45^{0}\ 12$$
$$111 \,.\, 110 = 25^{0}\ 38.$$

Der letztere Werth ist wegen der Streifung von $m = 110$ weniger zutreffend.

In Bezug auf die neue Pyramide fand ich:

$$011 \,.\, 166 = 9^{0}\ 28.$$

Durch ihre Lage in der Zone $= 111 \,.\, 011$ und den angeführten Kantenwinkel ist das Zeichen der Pyramide bestimmt. Berechnet ergäbe die Kante $9^{0}\ 31{\cdot}0'$.

XXV. Mineralogische Notizen

von

G. Seligmann in Koblenz.

(Hierzu Taf. XVI.)

1. Fahlerz von Horhausen.

Die Krystalle dieses Fundortes sind bereits von Klein (Neues Jahrb. f. Mineralogie 1871, pag. 493) beschrieben worden; derselbe führt folgende Formen auf:

$$\begin{array}{llll} \infty O \infty\ (100) & +\frac{O}{2}\ \varkappa\ (111) & -\frac{O}{2}\ \varkappa\ (1\bar{1}1) \\ \infty O\ (110) & +\frac{2O2}{2}\ \varkappa\ (211) & -\frac{2O2}{2}\ \varkappa\ (2\bar{1}1) \\ \infty O3\ (310) & +\frac{4O4}{2}\ \varkappa\ (411) & -\frac{4O4}{2}\ \varkappa\ (4\bar{1}1) \\ & +\frac{\frac{3}{2}O}{2}\ \varkappa\ (332) & -\frac{\frac{3}{2}O}{2}\ \varkappa\ (3\bar{3}2) \end{array}$$

Eine Anzahl guter Stufen, die ich in den letzten Jahren erwarb, liessen alle diese Formen beobachten mit Ausnahme von $-\frac{\frac{3}{2}O}{2}$, das nach Klein allerdings am seltensten vorkommt. Dagegen konnte zu jenen noch der neue 48-Flächner $x = 6O2$ (631) hinzugefügt werden. Das Auftreten der Flächen dieser Form zeigt Fig. 1, die grade Projection auf die Würfelfläche der Combination:

$$+\frac{O}{2} - \frac{O}{2} \cdot \infty O \cdot \infty O \infty \cdot + \frac{2O2}{2} \cdot + \frac{4O4}{2} \cdot - \frac{2O2}{2} - \frac{4O4}{2} \cdot - \frac{6O2}{2}.$$

Es erhellt daraus, dass die Lage der Flächen des negativen Hemiëders von $6O2$ bestimmt ist durch die Zonen $-\frac{4O4}{4} : \infty O$ und $-\frac{2O2}{2} : +\frac{2O2}{2}$. Die holoëdrische Form schärft die längeren Kanten des Ikositetraëders $2O2$ zu und bildet zu der Reihe derjenigen Körper, denen diese Eigenschaft zukommt, eine schöne Ergänzung. Es sind deren nunmehr vier bekannt:

$$4O2\ (421),\ 6O2\ (631),\ 8O2\ (841),\ 10O2\ (10.5.1)$$

$6O2$ fällt unter das allgemeine Zeichen $mO\frac{m}{m-3}$ (Klein, N. Jahrb. 1872, pag. 122), von welcher Gattung nur die drei folgenden bekannt waren, nämlich:

$$\frac{9}{2}O3\ (932),\qquad \frac{11}{2}O\frac{11}{5}\ (11.5.2),\qquad 8O\frac{8}{5}\ (851)$$

Die Kantenwinkel von $6O2$ sind: längste Kanten $24^0 4' 14''$, mittlere $16^0 57' 27''$ kürzeste $36^0 27' 10''$; die von $\frac{6O2}{2}$ dagegen haben die Werthe: längste $36^0 27' 10''$, mittlere $49^0 17' 40''$, kürzeste $24^0 4' 14''$.

Die Lage der Flächen $\frac{6O2}{2}$ an unseren Krystallen kann leicht zu einer Verwechselung mit $\infty O3$ Anlass geben; dieses fällt in die Zonen:

$$-\frac{4O4}{2} : +\frac{2O2}{2} \text{ und } \infty O : \infty O \infty.$$

Die Flächen $-\frac{6O2}{2}$ sind stark gestreift parallel der Combinationskante der Zone $-\frac{4O4}{2} : \infty O$, so dass Messungen in dieser unmöglich sind. In der Zone $-\frac{2O2}{2} : +\frac{2O2}{2}$ konnte ich folgende, bei der Kleinheit der Flächen $-\frac{6O2}{2}$ nur approximative Messungen ausführen:

$-\frac{2O2}{2} : -\frac{6O2}{2}$	gem. $15\frac{1}{2}^0 - 16^0$	ber.	$15^0 37'$
$+\frac{2O2}{2} : -\frac{6O2}{2}$	- $32\frac{1}{2}^0$	-	$32^0 34'$
$+\frac{2O2}{2} : -\frac{2O2}{2}$	- $48^0 10'$	-	$48^0 11'$

Die Stufe zeigt neben dem Fahlerz noch Bleiglanz in der Form $\infty O \infty$ (100), O (111); beide sind auf Spatheisenstein aufgewachsen.

2. Gismondin.

Durch den Mineralienhändler Herrn Höfer in Nieder-Lahnstein erhielt ich ein flaches Stück Basalt, das eine kleine Druse mit weissen, durchsichtigen Krystallen einschliesst, und dem die Etiquette »Apophyllit von Salesel« beilag. Schon der erste Anblick zeigte, dass die bis zu 3—4 mm in ihrer grössten Ausdehnung messenden Krystalle nicht Apophyllit seien, welchem Mineral aber sie angehörten, war nur nach einer genauern Prüfung festzustellen. Diese ergab, dass hier ein ausgezeichnetes, neues Vorkommen von Gismondin vorliegt. Grösse und Durchsichtigkeit der Krystalle versprechen, wenn es gelingt, mehr davon aufzufinden, die Zweifel über das Krystallsystem zu lösen. Ich habe um das Stüfchen nicht zu zerstören nur 2 Kryställchen heruntergenommen, deren Messungsresultate natürlich keineswegs entscheidend sein können.

Die Krystalle stellen anscheinend rhombische Pyramiden dar, die, wenn man die grösste Axe zur Makrodiagonalen nimmt, parallel den brachydiagonalen Polkanten gestreift sind und sich in Combination mit einer Brachypyramide befinden, welch' letztere auch die Streifung bewirkt, also das Zeichen $m\breve{P}m$ hätte, und deren Flächen nur wenig gegen die von P geneigt sind. Jedenfalls scheint mir die Form nicht quadratisch zu sein. Herr Professor von Zepharovich, dem ich die Stufe vorlegte, hatte die Freundlichkeit, mir die Resultate seiner an einem der losgetrennten Kryställchen vorgenommenen Messungen mit dem Fernrohrgoniometer mitzutheilen, mit denen meine an demselben Fragment vermittelst des gewöhnlichen Goniometers erhaltenen Daten ganz gut übereinstimmen. Der betreffende Krystall zeigt eine Ecke, in der zwei brachydiagonale und zwei Mittelkanten zusammenstossen und wurde gefunden:

Brachydiagonale Polkante	I	56° 37′
» »	II	57° 20′
Mittelkante	I	88° 14
»	II	87° 48′
$P : m\breve{P}m$ anliegend		3° 19′ 3° 20′

Das zweite, kaum $^1/_2$ mm grosse Kryställchen ergab mir sehr unsichere Resultate; die Flächen zeigen mehrere Reflexe, auf einer der brachydiagonalen Polkante anliegenden z. B. drei, welche die Winkel I : II 1° 34′, II : III 2° 48′, I : III 4° 21$^1/_2$′ bilden. Die andre derselben Kante anliegende Fläche hat nur einen Reflex der mit II den Winkel 56° 33′ einschliesst. Die beiden andern sich darbietenden brachydiagonalen Polkanten ergaben zwischen 57° 42′ und 58° 30′ schwankende Resultate.

Es fällt nun zunächst der bedeutende Unterschied der theoretisch gleichwerthigen Kanten auf, den auch Streng (Neues Jahrb. 1874, pag. 560) beobachtete. Die Differenz der Mittelkanten z. B. beträgt nach obigen Messungen 26′, nach Streng's 32′. Es muss aber weiteren Untersuchungen überlassen bleiben, uns hierüber aufzuklären. Einstweilen wollte ich mir nur erlauben, die Aufmerksamkeit auf dies neue Vorkommen zu lenken, das vermöge der Grösse seiner Krystalle auch eine genauere optische Untersuchung zu gestatten scheint.

Da mir wegen des Fundortes einige Zweifel obzuwalten schienen, hatte Prof. von Zepharovich die Güte, Dünnschliffe der Gesteinsunterlage anzufertigen, von denen Prof. Bořický constatirte, dass sie identisch seien mit einem Phonolith-Basalt von Proboscht bei Salesel nordnordöstlich von Leitmeritz. Salesel könne demnach gewiss als Fundort angegeben werden, um so mehr als es noch einen zweiten Ort dieses Namens nordwestlich von Leitmeritz gebe, bei dem auch Phonolith-Basalte vorkommen, welche im Allgemeinen dieselbe mikroskopische Beschaffenheit zeigen.

3. Natrolith.

Wir verdanken v. Lang (Philos. Magazine, Jan. 1863, Mineralogical Notes by Maskelyne and Lang. Sep.-Dr. pag. 5), die Kenntniss einer Anzahl sehr seltener Formen des Natroliths, die jener Forscher an der, Brevicit genannten Varietät dieses Minerals aufgefunden hatte. Es ist mir nun auffallend, dass in keinem der Hand- und Lehr-Bücher, soweit sie mir zu Gebote standen (Dana, Des Cloizeaux zweiter Theil, Nachträge zum ersten, Naumann, Quenstedt, Blum) der Lang'schen Arbeit Erwähnung geschieht, um so mehr als diese alle nur wenige Formen anführen. Es sind aber im Laufe der Zeit deren eine ziemliche Reihe bestimmt worden, so dass ich glaubte, es sei nicht vergebliche Mühe, dieselben einmal zusammenzustellen, wie in folgender Tabelle geschieht. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass Dufrenoy die Verticalaxe doppelt, v. Lang dreimal so gross, als die anderen Autoren, auf deren Axenkreuz ich die erstgenannten Formeln umrechnete, genommen haben:

		Dufrenoy	G. Rose	Kenngott	Des Cloizeaux	v. Lang
∞P	110	∞P	∞P	∞P	∞P	∞P
$\infty \breve{P} 2$	120	—	—	—	—	$\infty \breve{P} 2$
$\infty \breve{P} \infty$	010	—	—	$\infty \breve{P} \infty$	$\infty \breve{P} \infty$	$\infty \breve{P} \infty$
$\infty \bar{P} \infty$	100	$\infty \bar{P} \infty$	—	$\infty \bar{P} \infty$	$\infty \bar{P} \infty$	$\infty \bar{P} \infty$
$0 P$	001	—	—	—	—	$0 P$
P	111	P	P	P	P	P
$2 P$	221	$2 P$	—	$2 P$	—	—
$3 P$	331	—	—	—	—	$3 P$
$3 \breve{P} 3$	131	—	$3 \breve{P} 3$	—	$3 \breve{P} 3$	$3 \breve{P} 3$
$9 \breve{P} 3$	391	—	—	—	—	$9 \breve{P} 3$
$\bar{P} \frac{11}{10}$	11·10·11	—	—	$\bar{P} m$	$\bar{P} \frac{11}{10}$	—
$\bar{P} \frac{21}{19}$	21·19·21	$\bar{P} \frac{21}{19}$	—		—	—
$\breve{P} \infty$	$01\bar{1}$	—	—	$\breve{P} \infty$	—	—
$3 \breve{P} \infty$	031	—	—	—	—	$3 \breve{P} \infty$
$3 \bar{P} \infty$	301	—	—	—	—	$3 \bar{P} \infty$

Bei Dufrenoy (Traité de Min. III, pag. 422, Taf. 176, Fig. 181—184) steht im Text durch Druckfehler $b^1 b\,{}^1/_{20}\, g\,{}^1/_{21}$ statt, wie es im Atlas richtig heisst, $b^1 b\,{}^1/_{20}\, h^1/_{21}$; er sagt, diese Form sei von Levy beobachtet, während Des Cloizeaux (Manuel I, 382, Taf. 29, Fig. 172/3) $\bar{P}\frac{11}{10}$ auf Phillips'

Autorität giebt. Beide Formen sind wohl unter dem einfachern Zeichen $\bar{P}\frac{11}{6}$ zu vereinigen, da ihre brachydiagonalen Polkanten, die nach den gegebenen Figuren allein zu beobachten sind, nur 9′ Differenz haben. Es hat nämlich $\bar{P}\frac{11}{6}$ in den genannten Kanten 33° 32′ nach Des Cloizeaux's Rechnung, $\bar{P}\frac{11}{6}$ 33° 23′ nach der meinigen. Kenngott's $\bar{P}m$ (Uebers. d. Result. 56/57 pag. 91), ebenfalls an Auvergner Krystallen beobachtet, ist wohl damit identisch. Am Brevicit gab Rose (kryst. chem. Mineralsystem pag. 95) zuerst $3\breve{P}3$ und Kenngott (Wiener Acad. 1852 Band IX miner. Unters. Sep.-Dr. pag. 11) $\infty\bar{P}\infty$. Dana (System 5. Aufl. pag. 427) führt beim Savit nach Sella noch $\frac{1}{2}P$ an, was aber, wie aus den beigesetzten Winkeln erhellt, ein Druckfehler*) ist und P heissen muss; bei Sella (Sulla Savite, Nuovo Cimento VII fasc. di Marzo 1858, Sep.-Dr. pag. 2) ist auch nur von P (111) die Rede.

Gelegenheit, mich mit diesem Mineral zu beschäftigen, gab mir eine Druse des schönen Vorkommens von Salesel in Böhmen, deren Krystalle Combinationen folgender Formen sind (Fig. 2 und 3):

∞P	(110)	in den	Figuren		m
$\infty\breve{P}2$	(120)	»	»	»	n
$\infty\breve{P}\infty$	(010)	»	»	»	a
$\infty\bar{P}\infty$	(100)	»	»	»	b
P	(111)	»	»	»	o
$3P$	(331)	»	»	»	z
$3\breve{P}3$	(131)	»	»	»	y

und des nur einmal als sehr kleine Fläche beobachteten Makrodoma $6\bar{P}\infty$ (601). Ausserdem zeigen einige Krystalle unmessbare Spuren von Flächen, zwischen o und b gelegen und anscheinend mit diesen in eine Zone fallend, die vielleicht einer Pyramide $3\bar{P}3$ (311) angehören. In die Projection (Fig. 4) habe ich ausser den von mir, auch die von v. Lang beobachteten Formen aufgenommen, um deren innigen Zonenzusammenhang zu zeigen. Da die Krystalle, namentlich aber deren Pyramidenflächen, sehr genaue Messungsresultate versprachen, so habe ich an einer Anzahl derselben die Winkel gemessen, wobei sich fand, dass dieselben etwas von den von Des Cloizeaux, Dana und v. Lang angenommenen abweichen, und zwar war es die makrodiagonale Polkante, welche mir eine Differenz von ca. 10 Minuten ergab. Professor vom Rath und von Zepharovich hatten ebenfalls die Gefälligkeit, je einen der Krystalle zu messen, und ergab sich nach gütigen brieflichen Mittheilungen dem Ersteren für die makrodiagonalen Polkanten Y 37° 29′ bis 30′, dem Letzteren für die

*) Noch ein Druckfehler ist bei Dana zu berichtigen, bei welchem pag. 426 $O \wedge 1 - r = 114° 23′$ angeführt wird, was richtig $O \wedge 2 - r$ heissen muss.

brachydiagonalen Polkanten X 36° 41′ und für $o : o$ über oP 53° 27′ (berechnet nach Des Cloizeaux 53° 20′), daraus die Mittelkanten Z 126° 33′. Nimmt man nun für X den Winkel von 36° 40′, wie ihn die Autoren annehmen, und für Y 37° 29′, so ergiebt sich Z zu 126° 33′ 30″, also völlig stimmend mit der Beobachtung. Der so erhaltenen Pyramide entspricht das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0{,}97897 : 1 : 0{,}35215 \text{ anstatt}$$
$$= 0{,}9827 : 1 : 0{,}35205.$$

Daraus berechnen sich die Prismenwinkel zu 91° 13′ und 88° 47′ anstatt 91° und 89°. Ferner mass Herr von Zepharovich nach gütiger brieflicher Mittheilung:

	Gemessen	Berechnet	
		v. Lang	Seligmann
$P : \infty\breve{P}\infty$	71° 38′	71° 40′	71° 40′
$P : 3\breve{P}3$	26° 29′	26° 30′	26° 30′
$P : 3P$	29° 43′	29° 45½′	29° 46′
$3\breve{P}3 : \infty\breve{P}\infty$	45° 18′	45° 10′	45° 10′

Mir ergaben sich noch folgende Resultate:

	Gemessen	Berechnet	
		v. Lang	Seligmann
$\infty\bar{P}\infty : \infty P$	44° 21′	44° 30′	44° 23½′
$\infty P : \infty\breve{P}\infty$	45° 40′	45° 30′	45° 36½′
$\infty\breve{P}\infty : \infty\breve{P}2$	27° 1½′	26° 58′	27° 3′
$\infty\breve{P}2 : \infty P$	18° 29′	18° 32′	18° 53′
$6\bar{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$	25° circa	—	24° 51½′

4. Regelmässige Verwachsung von Rutil mit Magneteisen.

An einem in meinem Besitze befindlichen, rundum ausgebildeten und durch Vorherrschen einer Fläche tafelförmigen Octaëder von Magneteisen von der Alp Lercheltini im Binnenthal konnte ich auf- und eingewachsene kleine Kryställchen von Rutil beobachten, deren Lage zu dem Magneteisen eine gesetzmässige ist. Der Rutil zeigt die Combination ∞P (110), $\infty P\infty$

(100), P(111), $P\infty$ (101) und sind die Krystalle durch das alternirende Auftreten von Flächen achtseitiger Prismen stark parallel der Hauptaxe gestreift. Sie sind so angeordnet, dass ihre vertikalen Combinationskanten parallel sind den Kanten der vorherrschenden Oktaëderfläche und ferner eine Fläche $\infty P\infty$ parallel liegt mit jener. Hierdurch ergeben sich Beziehungen zwischen den beiden Mineralien, die gewissermassen jenen ähnlich sind, welche die bekannte Verwachsung von Rutil und Eisenglanz zeigt. Betrachtet man nämlich das Oktaëder in rhomboëdrischer Stellung, so lässt es sich auffassen als die Combination eines Rhomboëders zweiter Stellung mit der Basis, um so einige Uebereinstimmung zu erzielen mit der von vom Rath (diese Zeitschrift Band 1, pag. 13) beschriebenen Anordnung der Rutilprismen zu der vollflächigen Pyramide zweiter Ordnung $\frac{4}{3}P2$ $(2\bar{1}23)$ des Eisenglanzes. Es ergeben sich nämlich folgende gleichartige Verhältnisse:

Verwachsung des Rutil mit	
Eisenglanz	Magneteisen
1) oR (0001) und $\infty P\infty$ (100) spiegeln ein.	1) Die als Basis erscheinende Fläche von O (111) und $\infty P\infty$ (100) spiegeln ein.
2) Die verticalen Combinationskanten des Rutil sind parallel den 3 Richtungen der horizontalen des Eisenglanzes angeordnet. Die Rutilprismen schneiden sich demnach unter Winkeln von 60° auf der Basis.	2) Die verticalen Combinationskanten des Rutil sind parallel den Kanten der vorherrschenden Oktaëderfläche angeordnet und schneiden sich die Rutilprismen demnach unter Winkeln von 60° auf derselben.

Während aber die Flächen $\infty P2$ (120) des Rutil es sind, welche eine annähernd parallele Lage mit denen von $\frac{4}{3}P2$ $(2\bar{1}23)$ des Eisenglanz haben, sind es die von $\infty P3$ (130), welchen eine solche Lage mit Bezug auf die sechs das Rhomboëder bildenden Oktaëderflächen zukommt. Es besteht hier folgende Annäherung der Winkel:

$$\text{Magneteisen } O\,(111) : O\,(11\bar{1}) = 70^\circ\,32'$$
$$\text{Rutil } \infty P\infty\,(100) : \infty P3\,(130) = 71^\circ\,34'.$$

Eine auffallende Erscheinung ist die, bei einem regulär krystallisirenden Minerale solche Verwachsungen mit Bezug auf eine einzelne Fläche zu finden, indem sämmtliche Rutilkrystalle nur zu der vorherrschenden Fläche des Oktaëders gesetzmässig angeordnet sind.

Mir ist nicht bekannt, dass über eine regelmässige Verwachsung von Magneteisen und Rutil schon irgendwo etwas veröffentlicht sei; nach freundlicher mündlicher Mittheilung des Herrn Professor vom Rath jedoch hat demselben Herr Professor Websky im königlichen mineralogischen Museum zu Berlin eine Stufe von gleichem Fundorte gezeigt, an welcher er ebenfalls die oben beschriebene Verwachsung beobachtet hatte.

5. Kieselzinkerz.

Unter einer grösseren Anzahl Altenberger Kieselzinkerz-Stufen, die ich Gelegenheit hatte bei Herrn Höfer durchzusehen, fand ich zwei rundum ausgebildete Krystalle, die beide am antilogen Pole nicht wie gewöhnlich von der Pyramide *v* allein begrenzt sind. Der eine in Fig. 5 dargestellte ist eine Combination folgender Formen:

Analoger Pol:	Prismenzonen:	Antiloger Pol:
oP (001) *c*	$\infty\breve{P}\infty$ (010) *a*	$2\breve{P}2$ (121) *v*
$\bar{P}\infty$ (101) *s*	∞P (110) *m*	$\breve{P}\infty$ (011) *e*
$3\bar{P}\infty$ (301) *t*		oP (001) *c*
$\breve{P}\infty$ (011) *e*		
$3\breve{P}\infty$ (031) *i*		

Unbestimmbare Flächen an den von *v* und *m* gebildeten vierflächigen Ecken könnten $2\bar{P}2$ (211) angehören. Am antilogen Pole ist *c* noch nie beobachtet, während *e* angeführt wird vom Fundorte Bleiberg in Kärnthen von Riess und Rose (Ueber die Pyroëlektricität der Mineralien. Berliner Akad. 1843). Dieselben schreiben: »Am untern Ende finden sich die Flächen *f* (unser *e*) und *s* (unser *v*), letztere als Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen *f* und *g* (unser *m*). Diese letzteren Flächen sind aber abgerundet und fliessen in eine rundliche Fläche zusammen, an der man aber doch zuweilen noch die Fläche *s* durch Messung bestimmen kann.« An unserm Krystall lassen sämmtliche Flächen des untern Endes sich genau bestimmen, da sie scharfe Kanten bilden und glänzend sind, wenn auch etwas gestreift und zwar *v* nach den Combinationskanten mit *m*, *e* nach denen mit *c*. Dauber (Untersuchungen an Mineralien d. Samml. des Dr. Krantz. Poggend. Ann. 92 pag. 245 f.) sagt ausdrücklich, er habe an Altenberger Krystallen am unteren Ende nie eine Spur von Domenflächen wahrgenommen, dagegen wohl zuweilen $2\bar{P}2$ (211) *u*, wie es der zweite Krystall Fig. 6 zeigt. An demselben treten die beiden Pyramiden *u* und *v* vollflächig auf, was meines Wissens noch nicht beobachtet wurde. Er ist eine Combination folgender, genau bestimmbarer Formen:

Analoger Pol:	Prismenzone:	Antiloger Pol:
oP (001) *c*	$\infty\breve{P}\infty$ (010) *a*	$2\breve{P}2$ (121) *v*
$\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ (102) *r*	∞P (110) *m*	$2\bar{P}2$ (211) *u*
$\bar{P}\infty$ (101) *s*	$\infty\breve{P}3$ (130) *o*	
$3\bar{P}\infty$ (301) *t*	$\infty\breve{P}5$ (150) *q*	
$\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (012) *d*		
$\breve{P}\infty$ (011) *e*		
$2\breve{P}\infty$ (021) *h*		
$3\breve{P}\infty$ (031) *i*		
$2\breve{P}2$ (121) *v*		
$2\bar{P}2$ (211) *u*		
$4\bar{P}\frac{4}{3}$ (431) *y*		

Ausserdem finden sich am analogen Pole rundliche, undeutliche Flächen als Abstumpfungen der Kanten *e* : *s*, deren Bestimmung, da nur diese Zone zu sehen und Messungen unausführbar sind, nicht gelang. Die Flächen *r* und *h* sind rauh, letztere etwas gewölbt, wie es auch Schrauf (Ueber die Krystallformen des Kieselzinkerzes. Sitz.-Ber. der Wiener Ak. 1859 Sep.-Dr. pag. 12) fand, der als Grund dafür das Auftreten der Flächen $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$ (032) und $\frac{5}{3}\breve{P}\infty$ (053) angiebt, was nach meinen Beobachtungen in unserem Falle ebenfalls zutrifft, wenn auch diese Flächen nicht so deutlich ausgebildet sind, dass man ihr Vorkommen bestimmt constatiren könnte. Das Pinakoid *a* ist der Combinationskante mit *m* parallel gestreift. Die übrigen Flächen glatt und z. Th. recht glänzend, wie z. B. *d*, das nur als sehr schmale, aber gut bestimmbare Abstumpfung der Kanten *c* : *e* auftritt. Diese Fläche ist zuerst von Riess und Rose bestimmt worden, Dauber beobachtete sie nicht, während Schrauf wieder sie in seiner Fig. 24 zeichnet. Die von Letzterem untersuchten Krystalle, auch von Altenberg stammend, zeigten am antilogen Pole nur *v*.

XXVI. Mineralogische Bemerkungen.

(II. Theil.)

Von

H. Laspeyres in Aachen.

(Hierzu Tafel XVII.)

---

5. Durchkreuzungszwillinge von Orthoklas aus Cornwall.

(Fig. 1, 2, 3, 4.)

Ausser den Durchkreuzungen von einem rechten und einem linken Carlsbader Zwillinge nach $\infty P(110)$ und $\infty \bar{P}\infty(100)$, welche ich (unter 5, I und II) in dem ersten Theile meiner Bemerkungen (diese Zeitschrift 1877, 204) beschrieben habe, finden sich unter den Pseudomorphosen von Zinnstein nach Orthoklas von Great Consolidated bei Redruth auch noch Durchkreuzungen von entgegengesetzten Carlsbader Zwillingen nach $\frac{5}{4}\mathcal{R}\frac{5}{4}(\bar{1}54)$ nach $P(\bar{1}11)$ und nach $5\mathcal{R}\infty(051)$.

Konnten die zur Ermittelung dieser seltenen Zwillingsgesetze nöthigen Winkelmessungen auch nur mit dem Anlegegoniometer oder nach Belegung der ebenen Flächen mit Kalkspathlamellen, also nur annähernd, auf etwa $\frac{1}{2}^0$ genau, ausgeführt werden, so geht aus vergleichenden Messungen doch mit Sicherheit hervor, dass die so ermittelten Zwillings- und Symmetrie-Ebenen nicht zweifelhaft sind.

Ihre Indices sind einfache, und die berechneten sowie aus wiederholten Messungen ermittelten Winkel stimmen gut überein. Allerdings sind diese Zwillingsebenen zum Theil als Krystallflächen noch nicht beobachtet worden.

Indem in jeder Gruppe entgegengesetzte Carlsbader Zwillinge sich durchkreuzen, ist die Zwillingsebene zugleich die einzige Symmetrieebene der ganzen Gruppe, wie ihrer Theile.

Findet die Durchkreuzung, was an einem mir vorliegenden Krystalle zu beobachten ist, gerade an der Stelle statt, an welcher der Eine der beiden Carlsbader Zwillinge vermittelst Durchkreuzung nach $\infty \bar{P}\infty(100)$ [vergl. I. Theil dieser Bemerk. 5, II fg. 9] aus einem rechten zu einem linken wird,

so hat es den Anschein — was aber nachweislich nicht der Fall ist — als seien zwei gleiche Carlsbader Zwillinge krystallonomisch durchkreuzt.

In letzterem Falle würde nämlich die Zwillingsebene wohl Symmetrieebene für gewisse Theile der Gruppe, aber nicht der ganzen Gruppe sein; in ersterem Falle dagegen ist, wie es bei der gleichzeitigen Durchkreuzung nach 5*P̶*∞ (051) und ∞*P̶*∞ (100) thatsächlich vorliegt, die obere Hälfte der Gruppe symmetrisch nach der Zwillingsebene, die untere aber nicht.

Die Symmetrie der Gruppe würde natürlich ganz wieder hergestellt werden, wenn beide Carlsbader an ihrer Durchkreuzungsstelle z. B. nach 5*P̶*∞ (051) zugleich nach ∞*P̶*∞ (100) sich durchkreuzten, was an dem mir vorliegenden Materiale nicht vorkommt.

Die Durchkreuzungen nach den drei genannten Gesetzen erfolgen nicht so ideal, als die Zeichnungen in Fig. 1, 2, 3 es darstellen, sondern wie es Fig. 4 in naturgetreuer Abbildung mit geringer Vergrösserung für den in Fig. 1 ideal dargestellten Vierling zeigt.

An die eine Seite des nach ∞*P̶*∞ (010) tafelförmigen Carlsbader ist ein entgegengesetzter in Zwillingsstellung angewachsen und dringt mehr oder weniger tief in den Ersteren ein. Durchstossungen, wie in den idealen Zeichnungen, habe ich nicht beobachtet, sie scheinen aber vorzukommen, denn einer der hiesigen Krystalle hat an der anderen Fläche ∞*P̶*∞ (010) des herrschenden Carlsbader gerade an der Durchstossungsstelle die richtig orientirte Narbe eines ausgebrochenen Zwillings.

Solche Narben sind bald Krystallstümpfe, bald mehr oder weniger tiefe, nur im Umrisse regelmässig begrenzte Gruben, wie sie in Fig. 4 an einer Stelle auf M^2 gezeichnet sind.

III. Zwillingsebene $^5/_4$*P̶*$^5/_4$ ($\bar{4}54$). (Fig. 1, 4.)

Diese als Krystallfläche am Orthoklas nicht bekannte Zwillingsebene bestimmt sich daraus, dass nach den Messungen nur die Flächen $x^2 . o^2 . M^2 . M^3 . o^3 . x^3$ in einer Zone liegen — weder $P^1 . M^1 . P^4 . M^4$ noch $T^2 . T^3$ — und dass M^2 und M^3 115° einschliessen, während die Berechnung*) 115° 20′ verlangt.

Daraus berechnet sich $o^2 : M^3 = 1° 31' 30''$ (gemessen 2°).

In dieser Gruppe stehen in Zwillingsstellung:

Individuum I und II nach Carlsbader Gesetz (links),
» III » IV » » » (rechts),
» II » III » dem neuen »

Die Individuen I und IV stehen zwar symmetrisch zu einander aber nicht krystallonomisch, denn ihre Symmetrieebene berechnet sich zu $24{,}261\, a' : {}^4/_5 b : c$, also nur nahezu $^5/_4$*P̶*30 ($\bar{1} . 30 . 24$).

I und III sowie II und IV stehen dagegen unsymmetrisch zu einander.

*) Nach den Winkelangaben in Naumann's Mineralogie. 1874. 293.

IV. Zwillingsebene $P(\bar{1}11)$. (Fig. 2.)

Dieses Zwillingsgesetz ist schon von Breithaupt (berg- und hüttenmännische Zeitung. 1858. 1) beschrieben und abgebildet worden. Er fand es zuerst an Krystallen aus Meyers-Grund bei Ilmenau und später bei den Zinnsteinpseudomorphosen von Botallack in Cornwall. Er giebt auch schon an, dass die sich durchkreuzenden Krystalle »fast stets« (?) Carlsbader Zwillinge seien, ob entgegengesetzte sagt er nicht.

Da seine Zeichnungen nur einfache Zwillinge, nicht Doppelzwillinge, darstellen, gebe ich in Fig. 2 eine ideale Zeichnung der Letzteren.

Die Flächen $x^2 . o^2 . M^2 . M^3 . o^3 . x^3$ liegen auch hier in einer Zone, M^2 und M^3 schliessen aber 126° 17′ ein.

Die Individuen I und IV stehen zu einander symmetrisch nach 24,261 $a' : b : c$, also fast nach $\text{₽}24$ $(\bar{1} . 24 . 24)$.

Sonst ist Alles analog dem vorhergehenden Zwillinge.

V. Zwillingsebene $5\text{₽}\infty$ (051). (Fig. 3.)

Diese als Krystallfläche ebenfalls noch nicht beobachtete Zwillingsebene ergiebt sich aus den folgenden Messungen:

$M^4 . P^4 . P^2 . M^2$ liegen in einer Zone und M^4 bildet mit M^2 43° 30′ (berechnet 43° 41′).

Die Symmetrie- und Zwillingsebene halbirt hier den scharfen Winkel zwischen M^2 und M^4.

Es berechnet sich die Neigung M^2 zu $n^4 = 1° 22^1/_2{}'$ d. h. M^2 hat beinahe die Lage von $n = 2\text{₽}\infty$ (021) zum IV Individuum.

In dieser Gruppe stehen in Zwillingsstellung:

Individuum	I und	II	nach	Carlsbader	Gesetz	(links),
»	III »	IV	»	»	»	(rechts),
»	II »	IV	»	dem neuen	»	

I und III stehen symmetrisch zu einander nach 4,8015 $a' : b : 5c$, also beinahe nach $5\text{₽}5$ $(\bar{1}51)$, während I und IV sowie II und III eine unsymmetrische Stellung zu einander haben.

An einer der hiesigen Gruppen finden Durchkreuzungen nach ∞P (110), $\infty\text{₽}\infty$ (100) und $5\text{₽}\infty$ (051) statt.

Bei diesen ebenflächigen sowie scharf- und geradekantigen Orthoklaskrystallen fällt es auf, wie sie sich so vollkommen in einem Granit, eingewachsen, haben bilden können, was alle Angaben über das Vorkommen dieser Pseudomorphosen hervorheben, und was manche ringsum ausgebildeten Gruppen auch beweisen.

6. Topaskrystalle aus Sachsen und Böhmen.

(Fig. 5, 6, 7, 8.)

Die »Topase einiger Zinnerzlagerstätten besonders von Altenberg und Schlaggenwalde« haben bekanntlich durch Groth (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1870. XXII. 381) eine eingehende monographische Bearbeitung gefunden.

Derselben kann ich für die Krystalle von Altenberg nichts wesentlich Neues und für die von Schlaggenwalde nur wenige neue Beobachtungen an den zahlreichen Stufen der hiesigen (Sack'schen) Sammlung zufügen.

Dagegen beschränken sich in der Literatur die Mittheilungen über die ebenfalls mit Zinnstein, Apatit, Steinmark und Quarz (Jahrb. f. Min. 1854. 785) vorkommenden Topase im sogenannten Topasfels vom Schneckenstein auf die allgemeinen Angaben in den Lehrbüchern und auf wenige dürftige Notizen.

A. Die Topaskrystalle von Schlaggenwalde in Böhmen (Fig. 5, 6, 7)

zeigen in der hiesigen Sammlung eine andere Combination als die von Groth beschriebenen desselben Fundortes und, wie es scheint, desselben Vorkommens (*b* von Groth).

Die Letzteren (»meist nur klein«) werden nämlich vorherrschend gebildet von $l = \infty P\breve{2}$ (120)*) und $y = 2P\breve{\infty}$ (021), nur untergeordnet treten 21 andere Formen auf, unter welchen $u = \frac{1}{2}P$ (112) die gewöhnlichste Pyramide ist (Groth, l. c. Taf. XI. Fig. 8).

Die stets ringsum und an beiden Enden der Krystallaxen ganz gleich ausgebildeten, bis 7mm grossen Krystalle in der hiesigen Sammlung haben bei geringer Durchscheinenheit lichtgraue oder violettgraue Farbe und liegen eingewachsen in einem grosskörnigen Gemenge von grauem und honiggelbem Quarz mit Zinnsteinkrystallen, etwas bräunlichem Glimmer und Spuren von Apatit und Flussspath, also in einem Greisen.

Alle Krystalle sind nun aber bei weitem vorherrschend z. Th. ganz begrenzt von $l = \infty P\breve{2}$ (120) und $f = P\breve{\infty}$ (011). Diese beiden Formen haben bekanntlich nahezu gleiche Winkel:

$$\left.\begin{array}{l} l : l = 86^\circ\ 40' \text{ und } 93^\circ\ 20' \\ f : f = 87^\circ\ \ 3' \text{ und } 92^\circ\ 57' \end{array}\right\} \text{nach Groth für Schlaggenwalde,}$$

doch so dass *l* den stumpfen, *f* den scharfen Winkel an Axe *b* zu liegen hat.

*) Ich schliesse mich in Betreff der Grundform Des Cloizeaux, Groth, Quenstedt, v. Kokscharow an, obwohl für die Topase von Sachsen und Böhmen die Naumann-Hankel'sche Grundform vorzuziehen wäre. $mP\breve{n}$ v. Kokscharow $= 2mP\breve{n}$ Naumann. Ebenso behalte ich die Signatur der Flächen von v. Kokscharow und Groth bei.

Das Goniometer und die Spaltbarkeit orientiren mithin an den Krystallen, welche, wenn beide Formen, was an den meisten Krystallen der Fall ist, im Gleichgewichte stehen (Fig. 5 u. 7), dem blossen Auge deshalb tetragonal erscheinen, die Makroaxe als scheinbare Hauptaxe.

$2a = 1,0600$ ist fast gleich $c = 0,9497$ (nach Groth).

Ganz untergeordnet treten an diesen Krystallen meist noch $M = \infty P(110)$ und $y = 2\breve{P}\breve{\infty}(021)$ und, was für Topase des Erzgebirges selten ist, von den Pyramiden deutlich und messbar nur $o = P(111)$ und $d = \bar{P}\bar{\infty}(101)$ auf (Fig. 6).

Ein weiteres Interesse gewinnen diese Krystalle noch durch das fast ausschliessliche Auftreten von »gefurchten« oder »eingekerbten« Kanten, welche zwar nur wenig vertieft — die Zeichnungen haben die Tiefe zur Grösse stark übertrieben — aber sehr deutlich und regelmässig ausgebildet sind. Ich habe sie nur da beobachtet, wo die Zeichnungen sie wiedergeben. Dass ich die bekanntlich am Diamant und Quarz zuerst beobachtete Furchung von Krystallkanten für kein Kriterium einer Zwillingsbildung halte, geht aus einer früheren Arbeit von mir (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874. XXVI. 339) hervor. Seitdem haben v. Lasaulx (Jahrb. f. Min. 1876. 264) Sadebeck (Monatsb. d. berl. Akad. 1876. 579) und Hirschwald (diese Zeitschr. 1877. 212) diese Ansicht für Quarz und Diamant näher begründet, und die Kantenfurchung am Rothkupfererz, Bleiglanz, Flussspath, Silber und Alaun in derselben Ausbildungsweise nachgewiesen.

Bei den in Fig. 5 und 6 dargestellten Krystallen kann am allerwenigsten von einer Zwillingsbildung die Rede sein, wir können uns die Einkerbungen der Kanten nur dadurch entstanden vorstellen, dass entweder auf den vertikalen Flächen eines — mit Accenten bezeichneten — Krystalls oder auf den brachydiagonalen Flächen eines — nicht accentuirten — Krystalls an den Kanten etwas zurückspringende, in Wirklichkeit etwa $^1/_4{}^{mm}$ dicke Lamellen zum Absatze gelangt sind.

Bei manchen Krystallen beobachtet man in grellem Reflexlichte, wie es Fig. 7 darzustellen versucht, noch in der Tiefe der Einkerbungen eine ganz zarte wiederausspringende Kante, welche von denselben Flächen wie die einspringenden Winkel gebildet wird. Diese Bildung kann man sich nur erklären durch den an den Kanten etwas zurücktretenden schaligen Weiteraufbau des nicht accentuirten Krystalls sowohl in der Zone der Vertical- als auch der Brachyaxe.

Des lamellaren Aufbaues der Altenberger Topase gedenkt schon Groth (l. c. 390).

Einkerbungen der Kanten kann man auch an den Topasen des Schneckenstein (s. u. 6 B) allerdings nicht in der Regel sondern nur selten beobachten.

B. Die Topaskrystalle vom Schneckenstein in Sachsen. (Fig. 8.)

Die grosse mir von dort vorliegende Reihe zeigt, dass die meist weingelben selten farblosen Krystalle zum Theil viel flächenreicher sind als die Lehrbücher:

1.	$M = \infty P$	(110)	6.	$P = \ oP$	(001)
2.	$l = \infty P\breve{2}$	(120)	7.	$u = \frac{1}{2} P$	(112)
3.	$g = \infty P\breve{3}$	(130)	8.	$i = \frac{1}{3} P$	(113)
4.	$f = \ P\breve{\infty}$	(011)	9.	$x = \frac{2}{3} P\breve{2}$	(123)
5.	$y = 2 \ P\breve{\infty}$	(021)	10.	$a = \frac{2}{3} P\breve{\infty}$	(023) *)

und die letzten krystallographischen Notizen über diese Krystalle von Hankel (Abhandl. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1870. IX. 388):

11.	$\pi = \infty P\breve{5/2}$	(250) **)	12.	$c = \infty P\breve{\infty}$	(010)

und von Frenzel (Min. Lexicon v. Sachsen. 324):

13.	$m = \infty P\breve{3/2}$	(230)	14.	$\beta = \frac{1}{2} P\breve{\infty}$	(012) ***)

angeben.

Aus dem meist deutlichen Zonenverbande oder aus allerdings nur annähernden Messungen konnten mit Sicherheit noch folgende Flächen bestimmt werden:

15.	$\lambda = \infty P\breve{7/4}$	(470)	— Groth, Altenberg	— gemessen	
16.	ψ †) $= \frac{1}{2} P\breve{2}$	(124)	— Hankel	— Zone	$P:x$ u. $i:f$
17.	$v = \ P\breve{2}$	(122)	— v. Kokscharow, Russland	— »	$P:x$ u. $\varphi:y$
18.	$\varphi = \frac{4}{3} P\breve{4}$	(143)	— Hankel	— »	$i:x$ u. $f:M$
19.	$t = \frac{3}{5} P\breve{3}$	(135)	— v. Kokscharow, Russland	— »	$i:f$ u. $P:g$
20.	$h = \frac{1}{3} P\bar{\infty}$	(103)	— » »	— »	$i:i$ u. $P:d$
21.	$\delta = \frac{2}{5} P\bar{\infty}$	(205)	— Groth, Schlaggenwalde	— »	$u:i$ u. $P:d$
22.	$p = \frac{1}{2} P\bar{\infty}$	(102)	— » »	— »	$u:u$ u. $P:d$
23.	$d = \ P\bar{\infty}$	(101)	— v. Kokscharow, Russland	— »	$u:M$ u. $M:u$
24.	$o = \ P$	(111)	—	— »	$u:M$ u. $o:d$

Ausserdem finden sich an den Krystallen wie an denen von Altenberg und Schlaggenwalde noch sehr häufig Abstumpfungen der in Fig. 8 durch Doppellinien bemerkbar gemachten Kanten, welche zu schmal und unvollkommen ausgebildet sind, für Winkelmessungen oder zur Auffindung einer zweiten Zone.

*) Des Cloizeaux, Manual I, 474 — von mir als deutliche Fläche nicht beobachtet, vielleicht aber als schmale Abstumpfung zwischen f und P (siehe unten).

**) Von mir nicht beobachtet.

***) Von mir als deutliche Fläche nicht beobachtet, aber vielleicht als schmale Abstumpfung zwischen f und P (siehe unten).

†) Auf Tafel XVII Fig. 8 steht irrthümlich z statt ψ. z nennt nämlich von Koksch. (III. 199.) $\frac{7}{15} P\frac{7}{4}$ (7.4.15).

Die Abstumpfung der Kante $P:i$ ist vielleicht:

$\varepsilon = \frac{1}{4}P$ (114) — Groth, Schlaggenwalde,

und die der Kante $P:f$ vielleicht:

$\beta = \frac{1}{2}P\breve{\infty}$ (012) oder

$a = \frac{2}{3}P\breve{\infty}$ (023).

Die Topase vom Schneckenstein stehen somit keinem anderen Fundorte an Flächenreichthum nach.

Diese für Schneckenstein bisher noch nicht angegebenen Flächen treten dort wie an allen anderen Fundorten immer nur sehr untergeordnet und meist sehr selten auf, eine Ausnahme davon machen mehrfach nur m, t, v, φ. Wenn sie in der Zeichnung (Fig. 8) ausgedehnter dargestellt sind, so geschah es, um sie deutlicher in ihrem Hauptzonenverbande hervortreten zu lassen.

Die schon bei den Topasen von Schlaggenwalde erwähnte Einkerbung der Kanten ist an sehr wenigen Krystallen vom Schneckenstein dann aber deutlich zu beobachten sowohl an der Kante $f:y$ als auch $f:\varphi$.

Der Habitus der stets nach c säulenförmigen Krystalle ist ungemein verschieden:

I. nach den verticalen Flächen:

A. $M = \infty P$ (110) herrscht. ca. 124° (Hornblendetypus, Weiss),

B. $l = \infty P\breve{2}$ (120) » ca. 87° (Augittypus, Weiss);

II. nach den terminalen Flächen:

A. $P = oP$ (001) herrscht mehr oder weniger aber niemals bis zum gänzlichen Verschwinden der Pyramiden und Domen,

B. $f = P\breve{\infty}$ (011) herrscht bis zum Verschwinden der Basis (selten ganz) und Pyramiden (niemals ganz),

C. Pyramiden und Brachydomen mehr oder weniger im Gleichgewichte herrschen bis zum Verschwinden der Basis (selten ganz).

Die krystallographischen Elemente des Topas sind bekanntlich nach den Untersuchungen von v. Kokscharow und Groth auffallend verschieden bei den verschiedenen Fundorten, während sie für denselben sehr genau übereinstimmen sollen.

Fast alle Topase vom Schneckenstein gestatten gar keine genaue Messung, denn ihre terminalen Flächen sind drusig oder matt, und die verticalen zwar lebhaft glänzend aber oscillatorisch derartig gestreift, dass man, wie es Groth schon für die Altenberger anführt, eine bis über 1° lange Reihe von Reflexbildern bekommt, von denen mehrere gleich hell sein können oder von denen die hellsten nicht immer die richtigen sind.

Unter mehr als 150 Schneckensteinern fand ich aber zwei, welche ganz genaue Messungen ersten Grades von zwei unabhängigen Kanten erlauben, wenn man alle Flächentheile, welche unter der Lupe oscillatorische Strei-

fung zeigen, schwärzt und nur fehlerfreie unmittelbar an der Kante liegende Theile zum Reflex gelangen lässt. So bekommt man von jeder Fläche nur ein Reflexbild, dessen Schärfe kaum etwas zu wünschen übrig lässt und die Vergrösserung durch das Fernrohr vertragen kann.

Die Messungen ergaben:

I. Krystall 0,531518 : 1 : 0,951947

M : *M* = 55° 59′ 17″ — 6 Messungen Max. 55° 59′ 40″ Min. 55° 58′ 40″
f : *y* = 18° 42′ — 8 » » 18° 42′ 30″ » 18° 41′ 50″

II. Krystall 0,529988 : 1 : 0,945585

M : *M* = 55° 50′ 45″ — 8 Messungen Max. 55° 51′ —″ Min. 55° 49′ 10″
u : *u* = 38° 52′ —″ — 8 » » 38° 52′ 50″ » 38° 51′ 10″

Hiernach werden die Schwankungen der Elemente des Topas noch grösser als bisher bekannt. Dass sie auch für denselben Fundort, den Angaben von Groth und v. Kokscharow entgegengesetzt, stattfinden, kann insofern nicht mit völliger Gewissheit aus meinen zweifellos richtigen Messungen gefolgert werden, da der Krystall No. II durch seine mehr den Sibirischen *) als den Schneckensteiner Topasen gleichende Form und Beschaffenheit die richtige Fundortsangabe nicht zweifellos verbürgt, während der Krystall No. I ein echter Schneckensteiner ist.

Diese Inconstanz der krystallographischen Constanten des Topas zu ergründen, bleibt zukünftigen krystallographischen und chemischen Untersuchungen vorbehalten.

7. Der scheinbare Hemimorphismus des Topas.

(Fig. 9, 10, 11, 12.)

Ein besonderes Interesse bieten die Topase des Schneckenstein noch dadurch, dass ihr Vorkommen zeigt, wie nicht nur sie sondern auch die ebenso ausgebildeten der anderen Fundorte den scheinbaren Hemimorphismus, auf welchen Hauy (Traité de minéral. II. Tf. 49 fg. 132—134) zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt hat, erhalten haben dürften.

Dass die an beiden Enden der Verticalaxe mehr oder minder verschieden ausgebildeten Topaskrystalle, welche wir allerdings nicht selten und an vielen Fundorten finden, keine gesetzmässige sondern nur eine zufällige Unsymmetrie, also nur scheinbaren Hemimorphismus, in dieser Richtung haben, beweisen einmal das von v. Kokscharow, Groth u. AA. nachgewiesene häufige Vorkommen trisymmetrischer Krystalle an allen Orten,

*) Die krystallographischen Constanten weichen aber von denen aus Sibirien nach v. Kokscharow (Materialien II. 198) stark ab:

0,52854 : 1 : 0,95395 — *M* : *M* = 55° 43′ — *f* : *P* = 43° 39′.

Am nächsten kommen ihnen die von Schlaggenwalde, welche Groth allerdings nicht genau festzustellen vermochte:

0,5300 : 1 : 0,94970 — *M* : *M* = 55° 51′ — *y* : *y* = 124° 28′.

von wo man disymmetrische kennt, und das ausschliessliche Vorkommen trisymmetrischer an gewissen Fundstellen (z. B. Schlaggenwalde, Ehrenfriedersdorf), andermal die pyroelektrischen Untersuchungen von Hankel (Abh. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1870. 359) und die Aetzversuche von Baumhauer (Jahrb. f. Min. 1876. 5.).

Die Ansichten der Mineralogen über den Grund dieser Thatsache gehen aber auseinander und nach meinen Beobachtungen nur deshalb, weil diese Unsymmetrie nach *c*, die sich auf verschiedene Weise darstellt, auch auf verschiedenen Wegen entstanden ist.

Hankel und Groth erklären sie durch die auch an anderen Mineralien vorkommende mehr oder minder starke Krystallisationstendenz an beiden Axenpolen, denn es zeigen sich dort meist dieselben Flächen nur in ungleicher Ausdehnung bis zum gänzlichen Ausfall gewisser Flächen. Dass die von Hauy (traité de min. II. Tf. 49 fg. 132—134), Dufrénoy (traité de min. Tf. 208 fg. 380—383) und Groth (l. c. Tf. XI fg. 6. 7) abgebildeten, nach *c* unsymmetrischen Krystalle, welche sich in ganz analoger Weise unter den Krystallen vom Schneckenstein wiederfinden, durch ungleiche Centraldistanz der Flächen sich befriedigend erklären lassen, kann ich nur beistimmen.

Nennen wir im Folgenden diesen Fall die erste Art der Unsymmetrie.

Dagegen zeigen die meisten sogenannten hemimorphen Krystalle die Unsymmetrie in ganz anderer, auch für alle anderen Fundorte im Wesentlichen gleicher Ausbildungsweise — zweite Art der Unsymmetrie —, wie es schon Hankel (l. c. 373) und von Kokscharow (Materialien III. 211) hervorgehoben haben. Am häufigsten sind solche in Brasilien, am Schneckenstein und am Flusse Urulga, und fast immer kommen sie als »lose Krystalle« in die Sammlungen.

Das normale Ende zeigt nämlich die gewöhnliche bekannte Flächencombination, während das abnorme Ende von einer matten bis drusigen, also gegen die sehr vollkommene, ebene und gut reflectirende Spaltfläche sehr abweichenden Basis begrenzt wird, an deren Rändern bei genauer Beobachtung sehr kleine und rudimentäre Pyramiden- und Domenflächen in einzelnen Fällen wahrgenommen werden können.

Auch diese »zweite Art« erklärt Hankel im obigen Sinne. v. Kokscharow ist dagegen in Folge einer Stufe vom Flusse Urulga der Meinung, solche Topase seien durch natürliche Spaltung trisymmetrischer Krystalle im Gebirge gegen Schluss ihrer Bildung entstanden. Beide nun natürlich nach *c* unsymmetrische Hälften wären gleich darauf in der ursprünglichen Lösung weiter gewachsen, hätten aber bei nahezu gleichem Wachsthum an allen Stellen unsymmetrisch bleiben müssen. Die glänzende Spaltfläche bedeckte sich dabei mit einer drusigen bis matten Kruste.

Hankel spricht sich, wenn auch nicht gegen die Möglichkeit, so doch gegen die Allgemeinheit dieser Annahme aus, worin ihm meine Untersuchungen, aber nicht seine dagegen gemachten Einwendungen, oder seine obige Erklärungsweise Recht geben müssen.

Hankel's Haupteinwand gegen v. Kokscharow's Annahme — das nicht seltene Auftreten von kleinen Flächen zwischen der drusigen Basis und den Prismenflächen, »man müsste annehmen, dass alle diese Topase dicht über der Spitze des unteren Endes abgebrochen wären« — ist nämlich nicht stichhaltig, denn einmal können durch Weiterwachsen der zerbrochenen Topaskrystalle ebensogut rudimentäre Pyramiden und Domen wie drusige Endflächen an der Bruchstelle sich bilden, und zweitens beobachtet man namentlich an den Krystallen vom Schneckenstein durchaus nicht selten, dass das oberste (normale) Ende derselben 1 bis 3^{mm} unter der Basis (als Krystallfläche) ganz abgespalten oder, wie ein Lichtschein nach dieser Richtung zeigt, eingespalten ist, wohl weil je näher dem Ende die Krystalle um so geringer in der Dicke werden.

In diesem Falle bleiben also vom ursprünglich normalen Ende grössere oder kleinere Theile der Pyramiden- und Domenflächen zurück, um später am abnormen Ende sich zu zeigen.

Treten mithin am abnormen Ende solche Flächen deutlicher und grösser hervor, so sind sie wohl besser in dieser Weise, nicht als secundäre abnorme Bildungen zu deuten.

Die Richtigkeit der v. Kokscharow'schen Annahme für einzelne Fälle bestätigt in der hiesigen Sammlung ein Krystall von Boa Vista in Brasilien.

Bekanntlich haben die Topase von dort, welche in Brauneisenocker und Steinmark mit Quarz in Adern und Nestern innerhalb eines Chloritschiefers sich finden sollen, eine weingelbe bis hyacinthbraune gleichmässige Färbung und zeigen nur an einem (normalen) Ende mehr oder minder regelmässig ausgebildete Pyramiden und Domen, nie die Basis als Krystallfläche, am anderen Ende eine glänzende Spaltfläche oder seltener »die zweite Art der Unsymmetrie«.

Nur der in Figur 9 *a* abgebildete unter zahlreichen Krystallen macht davon eine Ausnahme, wie gleich beschrieben werden soll.

Die Topase von Boa Vista zeigen deutlicher als die aller übrigen Fundorte den Aufbau des Gesammtindividuum aus Partialindividuen, weil bei ihnen deren Einigung noch nicht so vollkommen ist. Hat man an ihnen die Partialform erkannt, so findet man sie ebenso auch an anderen Fundorten, am leichtesten am Schneckenstein, wieder heraus.

An den Brasilianern einigen sich die Partialindividuen, abgesehen von den Prismenflächen, am besten auf den Flächen $u = \frac{1}{2}P$ (112), so dass diese in der Regel eben, manchmal sogar spiegelnd sind, während an ihren

Endkanten die Partialformen mit ihren Spitzen sichtbar bleiben (Hankel, l. c. 372 fg.).

Diese Partialformen (Fig. 9*b*) sind kleine stumpfe Kegel oder Pyramiden, deren Flächen durch Krümmung ineinander übergehen. Trotzdem kann man die Lage ihrer Hauptfacetten im Goniometer bei greller Beleuchtung durch Zonenverband und Messung als folgende Krystallflächen ermitteln.

Es herrscht immer die als Krystallfläche seltene und stets untergeordnete

$x = {}^2/_3 P\breve{2}$ (123), welche nach unten in
$v = P\breve{2}$ (122), nach oben in
$\psi = {}^1/_2 P\breve{2}$ (124) durch Krümmung übergeht. Selten fehlt
$f = P\breve{\infty}$ (011), meist sieht man daran
$u = {}^1/_2 P$ (112), selten und klein sind
$i = {}^1/_3 P$ (113) und
$h = {}^1/_3 P\bar{\infty}$ (103).

Die Partialform des Topas ist mithin sehr complicirt, wird von der Zone $2a : b$ beherrscht und stimmt mit der gewöhnlichsten Gesammtform der meisten Fundorte überein, wenn man von den Prismen und der Basis absieht, welche nie an der Partialform zu beobachten sind.

Diese Partialform, welche sowohl bei gestörtem secundären Weiterwachsen der Topaskrystalle, als auch bei künstlichen und natürlichen Aetzungen zum Vorschein kommen wird, spielt bei den sogenannten hemimorphen Topasen eine Hauptrolle und musste deshalb hier Erwähnung finden.

Der in Figur 9*a* abgebildete Topaskrystall von Boa Vista ist an beiden Enden pyramidal ausgebildet, das untere (normale) Ende zeigt die gewöhnliche Ausbildungsweise, eine ziemlich vollkommene Einigung der Partialindividuen und die gewöhnliche Farbe — in der Zeichnung durch Schraffur wiedergegeben —, während das obere (abnorme) Ende völlig farblos und wasserklar ist und keine der gewöhnlichen Flächen, sondern nur stumpfpyramidale Scheinflächen zeigt, weil sich die Partialformen nur an den Prismenflächen auf kurze (ca. 1^{mm}) Erstreckung geeinigt haben.

Dieser Wechsel in Farbe und Ausbildung tritt, wie es Figur 9*a* wiedergiebt, etwa 2—3^{mm} von dem oberen Ende ganz plötzlich auf. Die scharfe Grenze entspricht genau der Basis und auf der Grenze zeigt sich durch das abnorme wasserklare Ende gesehen ein lebhafter in der Grenzfläche liegender Lichtschein, ähnlich dem des Apophyllit.

Die Grenze ist danach eine lebhaft spiegelnde natürliche Spaltfläche, auf welcher ein secundärer Absatz von farblosem Topas, ganz wie es v. Kokscharow annimmt, stattgefunden hat.

Dass ähnliche Bildungen sich auch anderwärts (Schneckenstein und

Sibirien) manchmal finden, darauf deutet eine Stelle in Hankel's Arbeit (l. c. 364 Zeile 11 ff. v. o.).

Wir können diese Art der Unsymmetrie die »dritte« nennen, denn die allermeisten unsymmetrischen Krystalle der »zweiten Art« sind, wie es die Schneckensteiner zeigen, zwar auch durch natürliche Spaltung, aber durch natürliche Aetzung der Spaltflächen entstanden.

Dazu muss man das dortige Vorkommen näher in das Auge fassen.

Der Topasfels vom Schneckenstein ist nach Breithaupt (Jahrb. f. Min. 1854. 785) ein Trümmergestein, dessen eckige Trümmer kleine mit Quarz-, Topas- selten Turmalin-, Apatit- und Zinnsteinkrystallen bewandete Drusenräume einschliessen, welche zum Theil oder ganz mit gelbem (durch Eisenocker) oder grünem (durch Malachit) deutlich krystallinischem sogenannten Steinmark erfüllt sind.

In den meisten Fällen sind die Topaskrystalle der Drusen, wenn sie nicht lose, abgebrochen in dem Steinmark eingebettet liegen, mit dem einen, deshalb gar nicht ausgebildeten Ende aufgewachsen. Die keineswegs seltenen mit den verticalen Prismenflächen aufgewachsenen Krystalle sind dagegen an beiden Enden meist ganz gleich und normal ausgebildet oder zeigen seltener die »erste Art« der Unsymmetrie. Niemals findet sich an ihnen, wenn sie noch ganz erhalten sind, die »zweite Art«, welche nur an Krystallen sich findet, welche lose im Steinmark liegen, oder auf Quarz mit verticalen Flächen vielfach aufgewachsen von Spaltungen durchsetzt in zwei oder mehr noch festsitzende Stücke zerlegt sind.

Dass diese Zertrümmerung in beiden Fällen eine natürliche ist, beweist die Umhüllung der Stücke mit Steinmark, welches selbst die feinen oder durch Ausfall von Spaltlamellen klaffenden Sprünge ausfüllt. Nur Krystalle, welche künstlich oder nach der Bildung des Steinmarks abgebrochen sind, zeigen an der Bruchstelle die Basis als glänzende Spaltfläche, alle natürlich und vor der Steinmarkbildung zerbrochenen Krystalle dagegen die »zweite Art« der Unsymmetrie. In diesen drei möglichen Fällen besitzt die Basis ganz verschiedene Structur und Oberflächenbeschaffenheit.

Die normale Basis (als Krystallfläche), welche an den Schneckensteinern nur selten ganz fehlt, ist, mag sie an einem oder beiden Enden auftreten, zwar immer eben aber niemals wie als Spaltfläche glänzend, sondern matt und rauh durch sogenannte Parquettirung. Unter dem Mikroskope gleicht sie einer vom Wind ganz regelmässig gekräuselten Wasserfläche. Die im Grundrisse rhombischen Wellen sind mehr oder minder deutlich facettirt durch stumpfe Protopyramiden (Fig. 10), deren schwacher Reflex in greller Beleuchtung deutlich mit dem der anstossenden Krystallflächen von $i = {}^1\!/_3 P(113)$ zusammenfällt. Nicht selten tritt $P = oP(001)$ dazu, dann fliessen oft viele solche kleinere Partialformen zu einer grösseren zusammen, deren sehr ausgedehnte Basis immer noch matt erscheint.

Auf beiden Spaltflächen gleichmässig, wie schon Baumhauer bemerkt, tritt in der Regel eine sehr stumpfe $m\breve{P}2$ allein oder mit der Basis auf; ob sie $\psi = \frac{1}{2}\breve{P}2$ (124) ist, kann man unter dem Mikroskope nicht sehen. Ausserdem zeigt sich gar nicht selten eine noch stumpfere $m\breve{P}2$, ebenso ein $m\breve{P}\infty$ und $m\bar{P}\infty$; beide letztere häufig zusammen mit oP in dreizähliger Combination.

Diese künstlich geätzten Partialformen würden vielleicht den natürlichen ähnlicher sein, wenn nicht die Aetzfiguren vom Aetzmittel abhängig wären, und wenn man die Aetzmittel langsam einwirken lassen könnte. Das geht bei Schmelzflüssen nicht an, und die stärksten freien Säuren greifen den Topas zu wenig an.

Aachen, im April 1877.

XXVII. Krystallographische Notizen.

Von

A. von Lasaulx in Breslau.

(Hierzu 1 Holzschnitt und Taf. XVIII.)

I. Der Fluorit von Striegau und Königshayn in Schlesien.

Die Fluorite aus dem Granit des Fuchs- und Windmühlenberges bei Striegau und der Königshayner Berge bei Görlitz sind bisher nicht Gegenstand einer eingehenderen krystallographischen Beschreibung geworden, und doch sind dieselben sowohl an Schönheit der Krystalle als auch an Formenreichthum nicht minder bemerkenswerth, wie die Fluorite mancher andern, besser gekannten Fundstätte. Zu der folgenden Mittheilung über dieselben ist zunächst das reiche Material des mineralog. Museums unserer Universität verwendet worden, dann aber, besonders bezüglich des Königshayner Vorkommens, ausserdem eine treffliche Suite von Krystallen, welche z. Th. Eigenthum der Lausitzer naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz, und mir vom Secretär derselben Herrn Dr. Peck, z. Th. Eigenthum des Herrn Pechtner daselbst sind und mir von diesem, freundlichst zur Benutzung überlassen wurden. Die Krystallformen beider Vorkommen sollen getrennt erörtert werden.

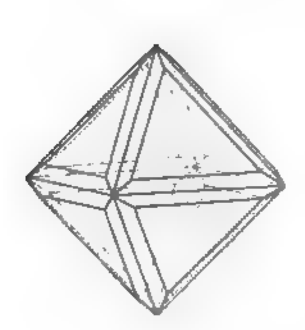
1. Striegau. Des Fluoritvorkommens von Striegau gedenkt zuerst E. Becker*). Er sagt von den dort beobachteten Formen, dass dieselben vorherrschend das Oktaëder zeigen, mit dem, in der Regel untergeordnet, Würfel, Rhombendodekaëder und unbestimmte Triakisoktaëder sich combiniren. Ich selbst habe später**) die Formen des selbständigen Rhombendodekaëders und des Triakisoktaëders $4O$ (441) hinzugefügt. Das einfache Rhombendodekaëder ist, so viel mir bekannt geworden, nur dieses

---

*) Das Mineralvorkommen von Striegau. Inaug. dissert. Breslau 1872.

** N. Jahrb. f. Min. 1875. S. 124.

eine Mal beobachtet worden, und befindet sich dieser kleine, rosarothe, auf Orthoklas aufgewachsene Krystall jetzt im mineral. Museum der Universität Bonn *). Das Triakisoktaëder 4 *O* habe ich seitdem noch 2 mal selbständig, ohne jede Spur einer andern Fläche, beobachtet. Besonders zierlich ist ein nur 1 mm. grosses, aber vollkommen modellartig ausgebildetes Kryställichen, wasserklar, auf Orthoklas aufgewachsen, welches unsere hiesige Sammlung besitzt. Der Typus der Krystalle ist in der That durchaus vorherrschend ein oktaëdrischer. Die hiesige Sammlung besitzt eine grössere Zahl von Oktaëdern, einige derselben erreichen über 1 Zoll Kantenlänge. Nur wenige aber erscheinen ohne eine, wenn auch nur ganz schmale Abstumpfung ihrer Kanten durch das Rhombendodekaëder, oder ohne die hinzutretenden Flächen von Triakisoktaëdern. Diese scheinen in den meisten Fällen 4*O* zu sein. Ausser an den schon erwähnten Krystallen konnte ich an einem vortrefflich, glattflächig ausgebildeten Krystalle der Combination *O*.4*O* (s. beisteh. Fig.) den Winkel dieser Form mit dem grossen Reflexionsgoniometer messen. Die Messung ergab für die längere Kante:



20° 3′ 45″, von dem berechneten Winkel: 20° 3′ 0″

nur um 45″ abweichend.

Diese Combination, zuweilen noch mit dem Rhombendodekaëder, ist nicht selten. Ausser 4 *O* kommen auch noch stumpfere und sehr stumpfe, dem Oktaëder vicinale Triakisoktaëder vor, von denen jedoch wegen der starken Streifung der Flächen keines bestimmbar war. Recht selten ist der Würfel, den ich selbständig gar nicht, in Combination mit Oktaëder und Rhombendodekaëder, wobei das erstere immer herrschend, nur wenige Male beobachtet habe. Von Ikositetraëdern ist nur 3 *O*3 (311) einmal an dem im Folgenden beschriebenen Krystalle zu bestimmen gewesen und gefunden worden, ganz vereinzelt erscheinen nicht bestimmbare schmale Abstumpfungen der Combinationskanten von Oktaëder und Würfel, einem stumpfen Ikositetraëder angehörig. Tetrakishexaëder habe ich bisher an den Krystallen von Striegau nicht gefunden. Auch ein Hexakisoktaëder wurde nur einmal an dem folgenden, in Fig. 1 dargestellten Krystalle beobachtet, der zugleich die flächenreichste überhaupt vorgekommene Combination ist. Er ist ganz farblos, die Flächen des Rhombendodekaëders und Würfels sind vollkommen spiegelnd, nicht minder die allerdings sehr

*) Einen eben solchen, auf Orthoklas aufsitzenden Krystall besitzt die Strassburger Sammlung. — P. Groth.

kleinen Flächen des Ikositetraëders und Hexakisoktaëders. Die Flächen des Oktaëders dagegen sind stark drusig und treppenförmig vertieft, sie erweisen sich als aus den trigonalen Ecken des Dodekaëders componirte Flächen. Fig. 2 soll ein Bild der wirklichen Beschaffenheit dieses Krystalles geben, dessen ganze Grösse kaum 5^{mm} beträgt. Jedoch gestattete die Beschaffenheit der Flächen eine hinlänglich genaue Messung. Hiernach ergab sich die Combination:

$$\infty O \infty . \infty O . \; O \; . 3O3 . \tfrac{20}{3}O\tfrac{20}{14}$$
$$100 \; . 110 . 111 . 311 . (20.14.3)$$

Eine Messung der Combinationskante von Würfel und Ikositetraëder ergab: 25° 20′. Die berechnete Combinationskante von $3O3$ ist: 25° 14′ 30″. Hiernach gehört die Hexakisoktaëderfläche, welche die Kante zwischen diesem Ikositetraëder und dem Rhombendodekaëder gerade abstumpft, in die dritte Diagonalzone des Oktaëders. Zu seiner Bestimmung wurde die Kante zwischen Hexakisoktaëder und Rhombendodekaëder gemessen. Trotz der Kleinheit der Fläche gelang es unter Anwendung eines directen Lichtsignales dennoch mit dem von Lang'schen Reflexionsgoniometer*) eine Reihe so gut stimmender Repetitionsmessungen zu erhalten, dass dieselben im Maximum um nicht mehr als $3\frac{1}{2}$ Minuten von einander abwichen. Das Mittel aus 15 Ablesungen ergab:

12° 9′ 10″.

Hieraus berechnet sich das Hexakisoktaëder als das bisher noch nicht beobachtete:

$$\tfrac{20}{3}O\tfrac{20}{14} = (20.14.3)$$

Für dieses berechnen sich:

die längsten Kanten A = 36° 52′ 11″;
die mittleren Kanten B = 14° 0′ 42″;
die kürzesten Kanten C = 19° 51′ 54″;
die Neigung einer Fläche zu ∞O = 12° 11′ 45″, beobachtet 12° 9′ 10″;
die Neigung einer Fläche zu $3O3$ = 19° 17′ 10″, beobachtet 20° 30′**).

---

*) Zu allen Messungen diente mir ein neuerdings aus dem rühmlichst bekannten Etablissement des Herrn Prof. E. Jünger (jetziger Inhaber Prof. Jürgensen) in Kopenhagen bezogenes grosses Goniometer, welches nach den Zeichnungen des Herrn Prof. V. von Lang construirt ist, und dessen vorzügliche Ausführung, grosse Zuverlässigkeit und Bequemlichkeit ich nicht unterlassen will, hier rühmend zu erwähnen.

**) Professor Websky theilt mir mit, dass er gleichfalls schon das vorliegende Kryställchen gemessen habe. Er erhielt in der Zone von Dodekaëder nach Ikositetraëder die Position von 4 Reflexen, den Flächen des mOn entsprechend und zwar:

	$\infty O/mOn$	Dann ist (hkl)		
gemessen:	10° 15′	(168)	berechnet	9° 59′
»	11° 34′	(157)	»	11° 32′
»	12° 1′	(3.14.20)	»	12° 12′
»	12° 45′	(2.9.13)	»	12° 33′

Am Fluorit von Striegau sind sonach bisher beobachtet worden:

O (111)

∞O (110)

$4O$ (441)

$O.\infty O$ (111.110)

$O.\ 4O$ (111.441)

$O.\infty O.4O$ (111.110.441)

$O.\infty O.4O.mO.$ (111.110.441.hhl), letzteres sehr klein und matt.

$O.\infty O.mOm.$ (111.110.hll), letzteres nicht bestimmbar

$O.\infty O\infty.\infty O$ (111.100.110)

$O.\infty O\infty.\infty O.mOm$ (111.100.110.hll), letzt. matt und sehr klein

$O.\infty O\infty.\infty O.3O3.{}^{20}/_{3}O{}^{20}/_{14}$ (111.100.110.311. 20.14.3).

Die Wachsthumsverhältnisse der Krystalle sind verschiedener Art. Am deutlichsten tritt die Aggregation in denjenigen von der Art des in Fig. 2 abgebildeten hervor. Wie an den Fluoriten von Tavistock sind die an den Enden der Hauptaxen liegenden Kryställchen die grössten und auch die flächenreichsten; denn die Flächen von $3O3$ und ${}^{20}/_{3}O{}^{20}/_{14}$ erscheinen fast nur an diesen. Die Flächen von ∞O und $\infty O\infty$ sind vollkommen glatt ausgebildet, die Oktaëderflächen erscheinen nur als treppenförmig vertiefte Aggregation von trigonalen Rhombendodekaëderecken. Alle Krystalle, deren Oktaëderflächen sich in einer solchen mehr oder weniger drusigen Beschaffenheit als blosse componirte Flächen charakterisiren, besitzen den gleichen Bau. Das ist aber an den Krystallen von Striegau nur zum weitaus kleineren Theile der Fall. Meist erscheinen die Oktaëderflächen vollkommen glatt und spiegelnd, oder sind durch das Auftreten der erwähnten stumpfen vicinalen Triakisoktaëder nach aussen etwas gewölbt, zeigen eine dreiseitige, den Kanten parallel gehende Parquettirung, oder sind z. Th. ganz regelmässig durch das oscillatorische Einschieben solcher Triakisoktaëderflächen treppenförmig gebaut, wie das besonders schön ein in Fig. 3 abgebildeter Krystall erkennen lässt. Hiermit im Zusammenhang erscheint dann auch das Vorkommen von Oktaëdern mit tief eingekerbten Kanten, ganz ähnlich denen, die ich am Cuprit von Redruth*) beschrieben habe und wie sie neuerdings der Gegenstand der Erörterung durch Sadebeck**) und Hirschwald***) am Diamante geworden. Auch an diesem werden die gekerbten Kanten nicht mehr als

letzterer Reflex war stark, die ersten schwach und nur im verkleinerten Gesichtsfelde zu erkennen. Darnach nimmt er das Hexakisoktaëder ${}^{2}/_{9}O{}^{2}/_{13}$ an. Ich glaube jedoch in Anbetracht der zuverlässigen Uebereinstimmung meiner Messungen das ${}^{20}/_{3}O{}^{20}/_{14}$ vorziehen zu dürfen.

*) N. Jahrb. f. Miner. 1876. 276.

**) Monatsber. der Akad. Berl. 1876. Octob. 26.

***) Diese Zeitschr. Heft 2. Seite 212.

Zeichen einer Zwillingsbildung, sondern als blosse Wachsthumserscheinung von beiden Forschern aufgefasst. Die glatte Beschaffenheit der Oktaëderflächen, das Auftreten vicinaler Triakisoktaëder, die gekerbten Kanten deuten auf andere Wachsthumsrichtungen hin, es sind in diesen Fällen die trigonalen Axen als solche anzusehen, und dieser Fall muss für die Fluoritgestalten von Striegau als der herrschende bezeichnet werden. Daher auch die Seltenheit der Würfelfläche, das Fehlen der Tetrakishexaëder. An deren Stelle haben hier die Triakisoktaëder entsprechende Bedeutung. Das musste auch die Form der Aetzfiguren bestätigen. Durch Anätzen einer Würfelfläche, die angeschliffen wurde, mit Schwefelsäure erzielte ich nur sehr kleine undeutliche Figuren, deren Hausenblasenabguss auch unter dem Mikroskope keine sichere Bestimmung zuliess, jedoch erschienen darunter deutliche in den Ecken z. Th. etwas abgerundete Quadrate. Recht gute Aetzfiguren erhielt ich aber auf Spaltungsflächen des Oktaëders. Dieselben haben entweder die Gestalt wie in Fig. 12a und ich halte dieselben dann in Uebereinstimmung mit H. Baumhauer*) für durch Ikositetraëderflächen begrenzt, oder sie haben die Gestalt von *b*: in Combination mit dem Ikositetraëder erscheint dann noch ein Triakisoktaëder. Ganz dieselben Formen finden sich auch an den gar nicht selten in diesen Krystallen vorhandenen Flüssigkeitseinschlüssen, die gleichfalls in der Fig. 12 dargestellt sind.**) Dieselben sind zuweilen recht gross und schon mit der Loupe sichtbar. Manche sind übrigens auch nur durch oktaëdrische Flächen begrenzt, wie das im Verlaufen ihrer Seiten in Spaltungsdurchgänge und in dem Fehlen der trigonalen Ecke in dem Dreiecke sich ausspricht (c Fig. 12). Solche dreiseitigen Vertiefungen, lediglich unterbrochene Raumerfüllung, lassen sich auch äusserlich an den Krystallen auf den Oktaëderflächen wahrnehmen. Die Oberfläche einiger Krystalle dagegen erschien matt, wie von einem corrodirenden Mittel angefressen, und hier liessen sich schon mit der Loupe, aber noch besser an einem von der Fläche genommenen Hausenblasenabgusse unter dem Mikroskop, die mit den Aetzfiguren durchaus übereinstimmenden Eindrücke beobachten. Diese Krystalle sind also in der That auf ihrer Lagerstätte einer, ihre Zersetzung einleitenden Aetzung unterworfen gewesen.

Ausser den erwähnten regelmässig gestalteten Flüssigkeitseinschlüssen finden sich in einigen der dargestellten Präparate auch solche von ganz unregelmässiger Form. Die Flüssigkeit zeigte bei einer Erwärmung bis auf 120°C. keine merkliche Expansion, nur bei einigen recht grossen Libellen erschien der Durchmesser derselben um ein geringes verkürzt. Bei einer weiteren

*) N. Jahrb. f. Min. 1876. S. 605.

**) Dieselbe Beobachtung machte auch schon Brewster, Edinburgh, Transact. X. 84.

Erwärmung bis auf etwa 200° *C.* findet ein Dekrepitiren der einzelnen Stückchen statt. Nur bei sehr langsamer Erwärmung gelingt es, dieses zu vermeiden. In solchen Splittern zeigen sich nachher unter dem Mikroskope die Einschlüsse leer, die Libelle und die Flüssigkeit sind daraus verschwunden, die Splitter erscheinen z. Th. wie aufgeblättert, von zahlzeichen Rissen durchzogen, auf den offenbar etwas auseinander gewichenen Spaltungsfugen treten Newton'sche Farbenringe auf. Diese Beobachtungen scheinen die auf analytische Untersuchung gegründete Ansicht Wyrouboff's*) zu bestätigen, dass in den Fluoriten Kohlenwasserstoffverbindungen eingeschlossen seien. Die in den Fluoriten von Striegau eingeschlossene Flüssigkeit dürfte ein Kohlenwasserstoff sein, dessen Siedepunkt nicht weit unter 200° *C.* liegt. In wie weit aber diese Verbindung auch an der Färbung der Fluorite Theil nimmt, darüber haben auch meine Versuche nichts Entscheidendes ergeben. Die Fluorite sind entweder farblos, rosenroth, licht violblau oder dunkelviolett. Die Färbungen verschwinden bei der Erwärmung vollständig, ohne Farbenveränderung oder Uebergang der violetten in die rosa Färbung. Nach dem Glühen erscheinen die vorher gefärbten Stellen milchig und opalisirend. Es rührt das gleichfalls von einer grossen Menge von Rissen her, die im Innern der geglühten Splitter sich gebildet haben. Ueber die Art der Vertheilung des Pigmentes ergiebt die mikroskopische Untersuchung nichts Bestimmtes, sowie auch ein direkter Zusammenhang der Flüssigkeitseinschlüsse und der Färbung nicht erweislich. Nur erscheinen die gefärbten Stellen durchaus arm an den Flüssigkeitseinschlüssen, während dieselben in den farblosen, besonders in den Fluoriten von Königshayn oft massenhaft vorhanden sind, die gleichmässigere Vertheilung des Pigmentes scheint eine lokale Ansammlung der Flüssigkeit zu vereiteln. Nur soviel scheint gewiss, dass dieselbe Temperaturerhöhung beide verschwinden macht.

Die rosa oder violette Färbung ist manchmal in bestimmter Beziehung zur Krystallform vertheilt, so dass sich verschieden gefärbte Hüllen übereinander schichten. So erscheint in einem äusserlich farblosen Oktaëder ein scharf oktaëdrisch begrenzter, dunkel violetter Kern, der im Innern seinerseits wieder einen kleinen farblosen Kern umschliesst (Fig. 11 *a*). In einem andern farblosen Oktaëder war die Rosafärbung genau entsprechend den Oktaëderkanten eingeschaltet, so dass wie mit Rosafäden ein Oktaëderskelett eingezeichnet erschien (Fig. 11 *b*). Die Grenze der gefärbten Stellen gegen die farblosen hin erschien am günstigsten, um über die Art der Vertheilung des Pigmentes etwas zu erfahren. Die dunkle Färbung erwies sich unter dem Mikroskope nach dem farblosen Rande zu nicht ganz scharf abschneidend, sie franzte sich gewissermassen aus und

*) Bull. d. la soc. chim. Paris 1866. 16.

die einzelnen Fäden schienen aus lauter an einander gereihten rundlichen Punkten von violetter Färbung zu bestehen. Jedoch auch an solchen Stellen waren nach Vertreibung der Farbe durch Glühen nicht etwa leer gewordene, den rundlichen Pigmentkörnern entsprechende Hohlräume wahrzunehmen. Nur die schon erwähnten winzigen Risse zeigten sich auch hier. Von andern Einschlüssen lassen sich in dem Fluorit von Striegau kleine, lebhaft polarisirende Körner wahrnehmen, die ich für Quarz halten möchte, hin und wieder opake, schwarze Einlagerungen einer kohligen Substanz, bei heftigerem Glühen verschwindend, vielleicht mit den Kohlenwasserstoffen in Verbindung zu bringen, und endlich haarförmige, asbestähnliche Bildungen, kleine Sterne und Knäuel, in einigen Krystallen schon makroskopisch sichtbar und die ganze Masse derselben durchziehend, die ich mit dem von mir unter dem Namen »Pilinit« beschriebenen Minerale identificiren zu dürfen glaube*).

2. Königshayn. Der Fluorit dieser Fundstätte ist bisher nur und wohl zuerst von Dr. R. Peck in dessen Mittheilungen über mineralogische Funde der preussischen Ober-Lausitz aufgeführt.**) Dort wird nur gesagt, dass er Würfel, Oktaëder und Rhombendodekaëder zeige. Aber die Gestalten dieser Krystalle besitzen fast durchweg einen andern Typus, als die von Striegau. Nur vereinzelt erscheint das Oktaëder, meist in Combination mit Würfel. Würfel und Rhombendodekaëder sind hier die herrschenden Formen und bedingen den Typus der Krystalle. Nur einmal wurde das Triakisoktaëder, ebenfalls $4O$ (441) beobachtet. Dagegen treten fast an allen Krystallen die Flächen vicinaler Tetrakishexaëder und Hexakisoktaëder auf. Dabei besitzen die Krystalle meistens eine sehr unsymmetrische Ausbildung, die in einer Verzerrung sowohl nach einer der Hauptaxen (in der Regel eine Verkürzung, aber auch wohl Dehnung) als auch nach einer trigonalen Axe zu bestehen pflegt. Die erstere Art zeigt der in Taf. XVIII. Fig. 4 gezeichnete Krystall. Es ist dieses ein etwa 1 cm. grosser, wasserheller Krystall der Combination $\infty O\infty . O . \infty O$. (100.111. 110). Am oberen Ende erscheinen ausserdem die Flächen eines vicinalen Tetrakishexaëders und eines Hexakisoktaëders, die an dem unteren Ende fehlen. Hierdurch erhält die Gestalt den Anschein einer hemimorphen Ausbildung. Ein gelber Eisenoxydhydratüberzug bedeckt nur die Flächen des unteren Endes. Eine Verkürzung nach der trigonalen Axe zeigt der in Fig. 6 gezeichnete Krystall, der in der Folge noch zu besprechen sein wird.

*) N. Jahrb. f. Min. 1876. S. 358.

**) Abhandl. der naturforsch. Ges. zu Görlitz, Bd. XV. S. 8.

Einen ausgezeichnet schönen etwa 4mm grossen Krystall stellt Fig. 5 dar. Er ist die Combination:

$\infty O \infty . \infty O . O . 4O . {}^8/_3 O {}^8/_3 . 4O2 . (100 . 110 . 111 . 441 . 833 . 421).$

Am glänzendsten erscheinen die Flächen des Würfels, Rhombendodekaëders und Ikositetraëders, weniger glänzend, aber immer noch zur Messung deutliche Bilder gebend, die Flächen von Triakisoktaëder und Hexakisoktaëder, drusig und treppenförmig vertieft die Oktaëderflächen.

Eine Messung der längeren Kanten von $4O$ (441) über ∞O (110) ergab 21° 15′; der berechnete Winkel ist 20° 3′. Die Kante zwischen Ikositetraëder und Würfel wurde zu 27° 55′ gemessen. Hieraus berechnet sich der Werth für das Ikositetraëder ${}^8/_3 O {}^8/_3$ (833), dessen berechnete Kante mit Würfel = 27° 56′ 9″. Ueber der Oktaëderecke bilden die Flächen dieses Ikositetraëders den Winkel 55° 52′ 18′. Diese Form ist schon von Naumann am Fluorit von Hofsgrund und von Klocke*) an einem Krystalle aus dem Münsterthale beobachtet worden. Die Fläche dieses Ikositetraëders stumpft die Kante des mit ihm in Combination erscheinenden Hexakisoktaëders gerade ab und dieses kann hiernach direkt als $4O2$ (421) bestimmt werden.

Eine bemerkenswerthe Krystallgruppe stellt Fig. 6 dar. Der untere Theil zeigt die Combination O (111) . ∞O (110) . $\infty O \infty$ (001) . $3O3$ (311) . mO (hhl), dieses letztere nicht bestimmbar. Die Flächen des Oktaëders herrschen vor und der Krystall erscheint verkürzt nach einer trigonalen Axe. Diesem ist nun das Stück eines zweiten Krystalles (in der Fig. schraffirt) in der Art eingeschaltet, dass die auch an diesem vorherrschend entwickelten Flächen des Oktaëders vollkommen mit der Oktaëderfläche des ersteren zusammenfallen. Schreitet man jedoch in der Betrachtung der Flächen über die anscheinend gemeinsame Oktaëderkante nach rechts fort, so folgen hier in dem oberen Theile andere Flächen, als in dem unteren, zunächst die Flächen $3O3$ (311) und $\infty O \infty$ (100), die in der unteren Hälfte nur sehr untergeordnet auftreten, hier stark entwickelt. Eine deutliche, ziemlich tiefe Rille grenzt das obere eingeschaltete Individuum ringsum gegen das untere ab. Es liegt hier eine Zwillingsverwachsung vor nach dem zuerst von G. Rose**) ausgesprochenen und dann von Hessenberg***), ebenfalls an Krystallen von Kongsberg, näher beschriebenen Gesetze: Zwillingsaxe ist die trigonale Axe, Zwillingsebene die Fläche des Oktaëders, Verwachsungsebene die Fläche des Rhombendodekaëders, die auf der Zwillingsebene senkrecht steht. In Fig. 7 sind

*) Krystallogr. Mittheilungen aus dem mineral. Museum d. Univ. Freiburg, S. 8. (Freib. naturf. Ges. 1875.)

**) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1862. Sitz. 2. März. S. 239.

***) Mineralog. Notizen. No. 5. 4. Fortsetzung S. 184.

zwei Krystalle der Combination: ∞O∞.O.∞O (100.111.110) in regelmässiger Ausbildung in dieser Zwillingsstellung gezeichnet.

Die Zwillingsgrenze nimmt an dem in Fig. 6 dargestellten Krystalle einen durchaus unregelmässigen Verlauf, ist aber scharf markirt durch die erwähnte Rille. Diese wird ringsum gebildet durch die sich einschiebenden jedesmaligen Nachbarflächen der beiden Individuen also z. B. in ihrem Verlaufe über der gemeinschaftlichen Oktaëderfläche durch sehr schmale Flächen von ∞O∞ (100), ∞O (110) bei α, O (111), ∞O (110) bei β und 3O3 (311), ∞O∞ (100) bei γ in der Fig. 6. Am oberen Ende ist die Krystallgruppe durch Spaltungsflächen begrenzt, die Unterseite in der Fig. als eine Oktaëderfläche dargestellt, erscheint in Wirklichkeit von einer durchaus unregelmässigen z. Th. durch regellose Eindrücke veranlassten Ausbildung. Die ganze Oberfläche der Krystallgruppe erscheint matt, corrodirt und gestattete nur Messungen mit dem Contaktgoniometer, welche aber bei der fast 1 Zoll erreichenden Grösse dennoch eine hinlänglich sichere Bestimmung der Flächenwerthe, vorzüglich von 3O3 (311) gestatteten.

Die bisher an Krystallen von Königshayn beobachteten Gestalten sind:

O (111)
O.∞O∞. (111.100)
∞O∞.∞O (100.110)
∞O∞.O.∞O (100.111.110)
∞O∞.O.∞O.mOm (100.111.110.hll) sehr klein und matt
∞O∞.∞O.mO∞. (100.110.hk0) letztere nicht bestimmbar
∞O∞.∞O mO∞.4O2 (100.110.hk0.421)
∞O∞.∞O.mO∞.3O3.mOn (100.110.hk0.311.hkl.)
∞O∞.∞O.O.4O.$^5/_3$O$^5/_3$.4O2. (100.110.111.441.833.421).

Auch an den Krystallen von Königshayn treten die Wachsthumsverhältnisse ausgezeichnet hervor. Aber im Gegensatze zu den Krystallen von Striegau sind es hier vicinale Tetrakishexaëder und Hexakisoktaëder, welche Bedeutung für den Aufbau haben. Wachsthumsrichtungen sind hier nur die Hauptaxen. Ganz wie an den Krystallen von Zinnwald erscheinen auch hier auf den Würfelflächen die einzelnen Kryställchen mit ihren Rhombendodekaëder- und Tetrakishexaëderflächen, letztere meist durch das Uebergehen in vicinale Hexakisoktaëder an den Ecken bogenförmig auf die Dodekaëderkanten hinübergreifend. Eine solche Aggregation ist in Fig. 8 dargestellt. Im Innern zeigt die zur Vollendung gelangte Würfelfläche nur eine feine quadratische Parquettirung, um den Rand gruppiren sich die grösser entwickelten Einzelkrystalle. Ein anderes vielleicht noch besseres Beispiel dieser Art ist in Fig. 9 dargestellt: Eine Gruppe kleiner Krystalle, bei denen die einzelnen so vereinigt sind, dass sie immer die Würfelflächen an einander legen, jedoch nur immer die

äusseren, so dass in der Mitte ein nicht erfüllter Raum übrig gelassen wurde. Auch die Formen der Aetzfiguren und Einschlüsse entsprechen an den Krystallen von Königshayn genau diesen Wachsthumsverhältnissen. Die auf einer Oktaëderspaltungsfläche erhaltenen Aetzfiguren zeigten z. Th. die ganz bestimmte Gestalt wie in *d* und *e* Fig. 12 dargestellt. Dreiseitige Flüssigkeitseinschlüsse, ganz wie in den Fluoriten von Striegau kommen aber auch hier vor. Jedoch sind dieselben recht selten, während dagegen einige dieser Königshayner Krystalle von Flüssigkeitseinschlüssen von unregelmässiger Gestalt, unter denen allerdings häufig solche von der Form wie bei *f* und *g* gezeichnet vorkommen, in ganz ungeheurer Menge erfüllt sind. Diese letzteren Formen deuten den Zusammenhang mit den Aetzfiguren wieder an. Auch ein Hausenblasenabguss der corrodirten Flächen der beschriebenen Zwillingsgruppe zeigte gleichfalls die hexakisoktaëdrischen Eindrücke in vollkommener Uebereinstimmung mit den erhaltenen Aetzfiguren. Die Flüssigkeitseinschlüsse zeigen bei Erwärmung ganz dasselbe Verhalten wie die der Krystalle von Striegau. Dasselbe gilt von der Färbung, die auch hier meist eine licht- oder dunkelviolette ist. Es erscheint die Vertheilung derselben auch hier in bestimmtem Zusammenhange mit den Wachsthumsverhältnissen. Einige Würfel sind nur in den trigonalen Ecken dunkel violett gefärbt, nach dem Innern ist die Färbung nach den Oktaëderflächen begrenzt, so dass im Innern des Würfels ein farbloser Kern, von der Form des Mittelkrystalls übrig bleibt (Fig. 11 *c*). Häufiger aber erscheint die violette Färbung so vertheilt, dass dieselbe in Streifen genau die Kanten der Tetrakishexaëder mit der Würfelfläche oder die Kanten der Hexakisoktaëder markirt, wie in Fig. 11 *d* angedeutet. Auch an Krystallen, an denen keine Spur dieser vicinalen Flächen selbst vorhanden, zeigt dann eine dunkelviolette Linie manchmal die Lage dieser Kanten an.

Die in der That ziemlich durchgreifende Verschiedenheit in den Gestalten der Fluorite von Striegau und Königshayn ist um so auffallender, da die Art des Vorkommens eine durchaus gleiche und die begleitenden Mineralien ganz dieselben sind. In der Regel erscheinen die Fluoritkrystalle unmittelbar auf dem Orthoklas oder dem diesen überrindenden Albit aufgewachsen, zu Striegau finden sich auch Krystalle eingewachsen in den strahligen Massen grünen Epidotes, die dort so häufig sind.

Anhang.

Fluorit von Kongsberg. Bei der Vergleichung der in unserer Sammlung befindlichen Krystalle von Kongsberg mit den Krystallen von Königshayn wurde ich veranlasst, einen der schönen Krystalle, wie sie uns aus Hessenberg's Beschreibung (l. a. c.) bekannt geworden, näher zu untersuchen. Da auch die mir vorliegende Druse aus dem Krantz'schen

Mineraliencomptoir seiner Zeit durch Prof. Websky bezogen war, so mag dieselbe wohl aus der gleichen Suite herrühren, welche Hessenberg z. Th. beschrieben hat. Auch passt in der That die Beschreibung, welche Hessenberg auf S. 182 l. c. von einer dieser Drusen giebt, fast ganz auf die unsrige. Grosse, wasserklare, nur stellenweise licht violblau gefärbte Krystalle (ein grösserer von etwa $2^1/_2{}^{cm}$ und drei kleinere, z. Th. durcheinander gewachsen) von Fluorit erscheinen mit grossen Kalkspathkrystallen der Combination $\infty R . - {}^1/_2 R$, kleinen Quarzprismen und wenigen, rundlichen Körnern von gediegen Silber zusammen. Die vorherrschenden, den Habitus der Fluoritkrystalle bestimmenden Formen sind der Würfel, das Dodekaëder und das Ikositetraëder $3O3$ (311). Die Gestalten sind aber sehr unsymmetrisch, die Würfelflächen herrschen vor und erscheinen in einer Richtung bedeutend gedehnt, mit ihnen die Flächen $3O3$, wie das in Fig. 10, welche einen Krystall dieser Gruppe in einer geraden Projektion auf die Würfelfläche darstellt, ersichtlich ist. Die Würfelflächen und Ikositetraëderflächen sind von sehr vollkommenem Glanze und spiegelnder Glätte, ebenso die auf der Kante zwischen Ikositetraëder und Dodekaëder erscheinenden Flächen zweier Hexakisoktaëder; die Dodekaëderflächen sind untergeordnet und haben einen geringeren Glanz, die Oktaëderflächen sind drusig und nur componirte Flächen.

Hessenberg bestimmte an dem von ihm gemessenen Krystalle die dort auftretenden beiden Hexakisoktaëder als ${}^{10}/_3 O {}^5/_2$ (10.4.3) und ${}^{11}/_3 O {}^{11}/_5$ (11.5.3), das letztere auch früher schon von G. Rose an englischen Krystallen bestimmt. Das in Fig. 10 gezeichnete losgelöste Bruchstück der mir vorliegenden Druse gestattete eine bequeme Messung. Die ganz ähnlichen Hexakisoktaëderflächen erwiesen sich hierbei aber als nicht mit den von Hessenberg gefundenen übereinstimmend. Das ist nur mit der einen, ${}^{10}/_3 O {}^5/_2$ (10.4.3) der Fall.

Gemessen wurde zunächst die Kante zwischen Ikositetraëder und Würfelfläche und zu 25° 15′ gefunden, hiernach ist dasselbe also $3O3$ (311), für welches der berechnete Winkel dieser Kante = 25° 14′ 30″.

Die Messung der Kante von $3O3$ (311) mit dem ersten der beiden Hexakisoktaëder ergab für dieselbe: 3° 37′ 40″. Der berechnete Winkel für $3O3 : {}^{10}/_3 O {}^5/_2 = (311) : (10.4.3)$ ist = 3° 47′ 15″. Sonach erscheint die Annahme dieser Form in Uebereinstimmung mit Hessenberg zuverlässig.

Die Messung des Winkels der zweiten Hexakisoktaëderfläche mit $3O3$ (311) ergab nun aber einen ziemlich abweichenden Werth. Die Neigung der an dem von Hessenberg beschriebenen Krystalle vorhandenen Fläche ${}^{11}/_3 O {}^{11}/_5$ (11.5.3) zu $3O3$ (311) beträgt 6° 48′ 50″. Hessenberg fand dafür durch Messung 7° 20′. Ich erhielt aber als Mittel einer Zahl von 12 sehr genau übereinstimmenden Ablesungen: 5° 50′ 40″. Von dieser

Messung wurde zur Berechnung ausgegangen und das ergab für das Hexakisoktaëder das Zeichen:

$$^7/_2 O ^7/_3 \ (732)$$

eine bisher noch nicht beobachtete Form.

Für dieselbe berechnet sich:

Längste Kante $A = 10^\circ\ 18'\ 16''$
Mittlere Kante $B = 21^\circ\ 3'\ 6''$
Kürzeste Kante $C = 42^\circ\ 6'\ 12''$
Neigung zu $3O3$ (311) $= 5^\circ\ 22'\ 5''$ beobachtet $5^\circ\ 50'\ 40''$
Neigung zu $^{10}/_3 O ^5/_2$ (10.4.3) $= 1^\circ\ 34'\ 49''$ beobachtet $2^\circ\ 13'$.

Die Zahl der nunmehr am Fluorit bekannten Hexakisoktaëder aus der dritten Diagonalzone des Oktaëders ist dadurch auf fünf gestiegen. Es sind dieses:

$^7/_2 O ^7/_3$ (732) am Fluorit von Kongsberg; von Lasaulx.
$^{10}/_3 O ^5/_2$ (10.4.3) desgl. Hessenberg; von Las.
$^{11}/_3 O ^{11}/_5$ (11.5.3) England, G. Rose; Kongsberg, Zinnwald u. a. O. Hessenberg.
$^{20}/_3 O ^{20}/_{14}$ (20.14.3) Striegau, von Lasaulx;
$4O2$ (421) Münsterthal, Klocke; Königshayn, von Lasaulx.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Fluorit von Striegau.
Fig. 2. Fluorit von Striegau mit drusigen, trichterförmig vertieften Oktaëderflächen.
Fig. 3. Fluorit von Striegau mit treppenförmigen Oktaëderflächen.
Fig. 4. Fluorit von Königshayn, nach einer Hauptaxe verkürzt.
Fig. 5. » » » .
Fig. 6. Zwilling von Königshayn nach dem Gesetze: *Z. A.* ist die trigonale Axe, *Z. E.* die Oktaëderfläche, Verwachsungsfläche die Rhombendodekaëderfläche. Die schraffirte Partie gehört dem obern Krystall an.
Fig. 7. Idealer Zwillingskrystall nach dem vorhergehenden Gesetze.
Fig. 8 und 9. Aggregation der Krystalle am Fluorit von Königshayn, Projektion auf die Würfelfläche.
Fig. 10. Fluorit von Kongsberg, gerade Projektion auf die Würfelfläche.
Fig. 11. Farbenvertheilung in den Fluoritkrystallen von Striegau und Königshayn.
Fig. 12. Aetzfiguren, Hohlräume und Flüssigkeitseinschlüsse in denselben.

XXVIII. Thuringit vom Zirmsee in Kärnten.

Von

V. v. Zepharovich in Prag.

(Mit 3 Holzschnitten.)

Bei einem Besuche der Kärntner Goldzeche in der »Kleinen Fleiss« entdeckte mein Freund F. Seeland im vorigen Jahre merkwürdige Formen eines chloritähnlichen Minerales in Drusenräumen eines wesentlich aus Feldspath bestehenden Ganges im Centralgneisse. Das etwa 40cm mächtige Ganggestein wurde am südwestlichen Ufer des Zirmsees*) gelegentlich der Herstellung eines Weges aufgeschlossen. Der Fundort liegt im ehemaligen Bette des »kleinen Fleissgletschers«, der von der Hochgebirgskette des Hochnarr-Goldzechkogls an der Salzburger Grenze vor nicht ganz 50 Jahren tief herabreichend**), heute bis jenseits des Zirmsees zurückgewichen ist.

Das chloritähnliche Mineral ist dem Thuringit am nächsten verwandt. Es erscheint in Formen, die weder Krystalle noch Pseudomorphosen sind, als sehr feinkörniges Aggregat mit schwärzlichgrüner Farbe und schwach schimmernd oder glanzlos im Bruche. Schliffpräparate sind nur an den dünnsten Stellen pellucid mit hell grasgrüner Farbe. Sie zeigen unter dem Mikroskop ein eckig-körniges Aggregat ohne Spur von fremder Zwischenmasse. In den einzelnen dicht aneinander gedrängten Körnchen erkennt man deutlich eine lamellare Textur mit zumeist fächerförmig angeordneten Blättchen. Bei paralleler Lage mit der Schliffebene stellen sich die Blättchen mit sechsseitigen Umrissen dar.

Das Pulver der sehr milden Substanz ist graugrün, das Volumgewicht 3·177, im Mittel zweier Pyknometer-Wägungen.***)

Im Kölbchen erhitzt, giebt die sich braunfärbende Probe nach längerem Erhitzen Wasser ab. Vor dem Löthrohr schwer zu einer dunkelgrauen,

*) Heiligenblut *ONO*, Döllach *NNO*; 2484 M. nach Seeland's barom. Messung.

**) Carinthia 1876. No. 7 u. 8.

***) (a) 3·181; (b) 3·174; abs. Gew. = 2 Grm.

schwach magnetischen Perle schmelzbar. In kochender Salzsäure oder Schwefelsäure vollständig zersetzbar unter Abscheidung von Kieselflocken; die Säure wird gelb gefärbt.

Eine von Herrn Prof. Dr. W. Gintl im Laboratorium des d. polyt. Institutes ausgeführte Analyse ergab folgende Bestandtheile:

				Mittel.	Berechnet.
Kieselsäure	22·71		22·60	22·65	21·73
Thonerde		18·92		18·92	18·61
Eisenoxyd	8·00		8,25	8·12	9·66
Eisenoxydul		38·49		38·49	39·13
Wasser	10·74		10·82	10·78	10·87
				98·96	100·00

Unbestimmbare Mengen von Mangan, so wie Spuren von Kalk, Magnesia und Natron — letzteres im Spectralapparat — wurden ferner nachgewiesen.

Zunächst wären die Resultate dieser Analyse zu vergleichen mit der Zusammensetzung des Thuringit von Schmiedeberg bei Saalfeld, von Harpers Ferry und von Hot Springs, Arkansas*). Das Verhältniss der Bestandtheile ist nach der von Rammelsberg für den Thuringit von diesen Fundorten aufgestellten Formel das folgende:

$$8\,FeO,\ 4\,R_2O_3,\ 6\,SiO_2,\ \ 9\,H_2O\ \ (Al_2O_3 : Fe_2O_3 = 9 : 5),$$

während für das Mineral vom Zirmsee die Werthe:

$$9\,FeO,\ 4\,R_2O_2,\ 6\,SiO_2,\ 10\,H_2O\ (Al_2O_3 : Fe_2O_3 = 3 : 1)$$

den Ergebnissen der Analyse nahe kommen, wie die oben unter »berechnet« stehenden Zahlen zeigen.

An den vorwaltend ebenflächig begrenzten Thuringitformen, welche in Drusenräumen des erwähnten Ganggesteines zumeist einzeln aufgewachsen sind, ist zunächst die wechselnde Gestaltung auffallend. Es lassen sich zweierlei Arten unterscheiden. Die einen, welche ansehnliche Dimensionen erreichen, bis 24^{mm} Breite, bei 6^{mm} Höhe, gleichen einer tafeligen, rhomboëdrischen Combination oR . R = (0001) . $\varkappa$(01$\bar{1}$1), der sie auch goniometrisch entsprechen; die anderen sind von mannigfaltiger unregelmässiger Gestaltung und lassen keine bestimmte Deutung zu. In den beiden Arten von Formen sieht man häufig Messerschnitt-ähnliche enge Spalträume, welche höchstens 1^{mm} breit sind. Diese Spalten durchschneiden entweder die Form gänzlich, oder erstrecken sich nur durch einen Theil derselben, sie sind gewissen Begrenzungsflächen der Gestalten parallel oder nicht und finden sich vereinzelt oder zu mehreren; im letzteren Falle haben sie gewöhnlich eine parallele Richtung.

An Stücken, welche mehrere Thuringitformen auf einer gemeinschaft-

---

*) Rammelsberg. Min. Chem. 1875. S. 496. No. 6—8. — Dana's Min. 1868. p. 508. No. 8—6.

lichen Unterlage darbieten, erkennt man häufig an dem gleichzeitigen Erglänzen einzelner ihrer vorwaltenden Flächen im reflectirten Lichte, dass sich diese in paralleler Lage befinden.

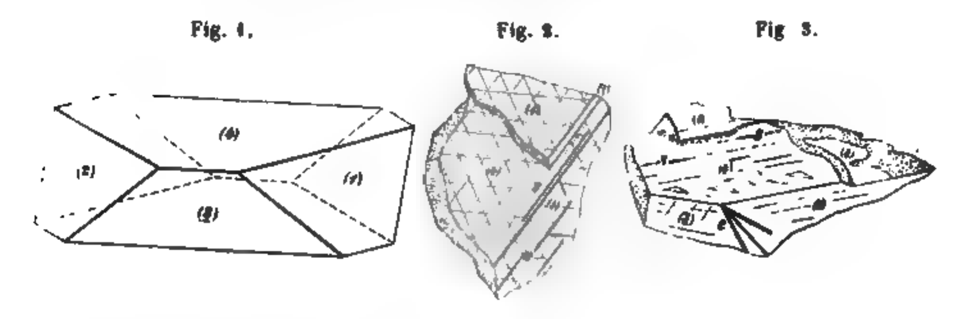
Im Allgemeinen haben die Flächen nur sehr geringen Glanz, derselbe stellt sich aber an manchen Exemplaren in höherem Grade ein, derart, dass die Flächen undeutliche Reflexbilder geben.

Bei näherer Betrachtung bemerkt man auf den Oberflächen ausser den erwähnten Einschnitten eine feine trianguläre Gitterung, oder seltener eine zarte trigonale Täfelung. Die Riefungslinien durchkreuzen sich unter 60° und 120°. Sind gleichzeitig Spalten vorhanden, so laufen dieselben einer oder mehreren Richtungen der Riefung parallel. Von der feinkörnigen Textur der Masse trägt die Oberfläche nicht die geringste Andeutung.

Der Versuch, diesen Formen eine naturgemässe Deutung zu geben, ist mit einiger Schwierigkeit verknüpft. Es boten sich verschiedene Erklärungsweisen dar, bei deren Abwägung es mir wichtig schien, auch die Ansichten Anderer vergleichen zu können. Meinem hochverehrten Freunde G. vom Rath bin ich für eine eingehende briefliche Erörterung des vorliegenden Falles zu besonderem Danke verpflichtet.

Jene Formen, welche einer rhomboëdrischen Combination gleichen, konnten als Pseudomorphosen aufgefasst werden. An mehreren solchen Formen von kleinen Dimensionen, welche als $oR \,.\, R$ (Fig. 1) zu bestimmen

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



wären, wurden die Winkel gemessen. Der natürliche Glanz der Flächen liess die Anwendung des Reflexionsgoniometers zu; bei einigen Exemplaren wurden die Flächen mit Firniss bestrichen oder mit Deckgläschen versehen. Ich fand die Kantenwinkel:

$$oR : R = (0001) : x(10\bar{1}1) = 52^\circ\,42'\ (51^\circ\,50' - 54^\circ\,30')$$
$$R : R = (01\bar{1}1) : (1\bar{1}01) = 87^\circ\,21'\ (85^\circ\,55' - 89^\circ\,25')$$

als Mittel aus 11 und 5 Bestimmungen, welche, wie nicht anders zu erwarten, zwischen weiter abstehenden Werthen schwanken. Die Fig. 2 und 3 geben ein möglichst treues Bild von einigen grösseren Stücken aus See-

land's Sammlung, an welchen mittelst Papierschablonen der obige Winkel von 52° 42′ annähernd nachgewiesen wurde. *)

Die trianguläre Riefung und Täfelung der Flächen, der tafelige Habitus der meisten Formen, so wie der Umstand, dass man Pseudomorphosen von Chlorit nach Eisenglanz und nach Calcit beschrieben **), liess vermuthen, dass einer dieser beiden Fälle hier vorliege. Keine dieser Annahmen konnte aber vollkommen befriedigen bei Berücksichtigung aller Details. Mit Eisenglanz waren die allzu abweichenden Kantenwinkel der Combination oR . R (57° 30′, 93° 50′), sowie der allgemeine Habitus seiner Krystalle und die Art der Aufwachsung derselben nicht vereinbar, während am Calcit wohl Rhomboëder bekannt sind, deren Neigungen den Beobachtungen an den Thuringitformen mehr oder weniger nahekommen ($-\frac{5}{4}R$, $-\frac{4}{3}R$, $-\frac{7}{5}R$), welche aber zu den seltenen, in der binären Combination mit oR nicht nachgewiesenen Gestalten gehören. Gegen Calcit, sowie gegen Eisenglanz als primäres Mineral sprechen ferner die Messerschnitt-ähnlichen Spalten, für welche doch die Annahme, dass sie von weggelösten, früher interponirten Calcitlamellen stammen, die wahrscheinlichste ist. Durch keine der beiden Hypothesen würden endlich die häufigen, ganz unregelmässigen Thuringitformen zu erklären sein.

Dass am Thuringit vom Zirmsee, insbesondere an seinen regellosen Gestalten, Gegenwachsungsflächen, durch den Contact mit fremden Krystallen hervorgebracht, zahlreich vertreten sind, liess sich nicht verkennen. G. vom Rath erwähnte auch das Vorkommen solcher Pseudoflächen am Metachlorit vom Büchenberge am Harz, welcher mit unserem Minerale überhaupt eine nicht geringe Aehnlichkeit zeige. Nach Tschermak's freundlicher Mittheilung finden sich am Chlorit der Gegend von Gastein und im devonischen Schiefergebirge Mährens Erscheinungen, welche den hier besprochenen ganz analog sind, und wären sämmtliche Thuringitgestalten als das Resultat einer Abformung in den Zellräumen zwischen aufgewachsenen Calcittafeln anzusehen. In der That giebt diese Annahme Aufschluss über die an beiden Arten der Formen sich darbietenden Modalitäten. Denkt man sich in den freien Räumen zwischen aufgewachsenen lamellären Calcitkrystallen Thuringit abgelagert und dann den Calcit aufgelöst, so bleiben Formen wie die vorliegenden zurück, die bei regelmässiger Stellung der Calcitlamellen gegeneinander auch als regelmässig begrenzte sich darstellen werden.

Man findet Calcitlamellen häufig in paralleler Richtung nebeneinander aufgewachsen; sie erklären die hier oft wiederkehrenden, unter sich und

*) Die Figuren sind in natürlicher Grösse gezeichnet, Fig. 3 in Horizontalprojection, Bei s öffnen sich feine Spalten, welche auf Fläche (4) parallel sind zur Fläche (1) und umgekehrt. Der ebenflächige Einschnitt bei e (Fig. 2) ist $1\frac{1}{2}$mm breit.

**) Blum. Pseudomorphosen. 3. Nachtr. S. 233. 2. Nachtr. S. 105.

mit den äusseren Flächen parallelen Einschnitte. Die oben erwähnten, einer Combination oR . R = (0001) . x(01$\bar{1}$1) goniometrisch entsprechenden Gestaltungen des Thuringit würden aber durch Abformung eines Hohlraumes entstehen, der begrenzt wird durch drei Lamellen, die mit einer vierten mittleren zu einem regelmässigen Vierling nach dem Gesetze, Zwillings- und Contactebene eine Fläche von — $^1/_2 R$ = x(10$\bar{1}$2) vereinigt sind (s. Fig. 1). Nach diesem Gesetze ist die Neigung zweier Tafelflächen oR der Calcitlamellen, (1.4) u. s. w., = 52°26′; es weicht dieser Winkel und der zweite, (1.2) u. s. w., = 86°42′ an einem solchen Vierling, dessen mittleres Individuum als Trigon erscheint, nur wenig von dem oben angegebenen Mittel meiner Messungen ab, welche an einzelnen Kanten der stets nur theilweise frei entwickelten Thuringitformen ausgeführt werden konnten.

Die unter der Bezeichnung »Papierspath« bekannten Calcitvarietäten geben in ihrer mannigfaltigen Anordnung der Lamellen den Schlüssel zur Erklärung der verschiedenen, am Thuringit beobachteten Gestaltungen; in ansehnlicheren Dimensionen entwickelt, bietet auch der tafelige Calcit aus dem Maderaner Thale ein analoges hier in Betracht zu ziehendes Vorkommen. Nach G. vom Rath*) tragen manche Maderaner Tafeln andere kleinere, welche in drei zu gleichseitigen Dreiecken zusammenstossenden Richtungen geordnet, sich in Zwillingsstellung zur Haupttafel befinden; der Neigungswinkel zweier Tafelflächen ist 52½°; es sind demnach Vierlingsgruppen, gleich den oben angenommenen. Durch vielfach wiederholte Zwillingsbildung entstehen ebenwandige, Zellen ähnliche Räume, welche zum Theil mit Asbest erfüllt sind.

Der Umstand, dass die sämmtlichen der Beobachtung zugänglichen Flächen der Thuringitformen mehr oder weniger deutlich die gleiche, für die Basis des Calcit bezeichnende trianguläre Riefung oder Täfelung besitzen, dient zur weiteren Bestätigung der von Tschermak gegebenen Erklärung. Die Schärfe dieser Details und der Glanz auf manchen Flächen verträgt sich gut mit der vorausgesetzten Abformung. Den gleichen Fall, eine genaue Abformung von schraffirten Calcitflächen durch später gebildeten Chlorit, erwähnt Volger**) vom Büchenberge; die trigonal geordneten Leisten auf den Maderaner Calcittafeln beobachtete v. Rath***) auf in ihrer Entwicklung gehemmte Quarzkrystalle übertragen, und in ausgezeichneter Weise zeigt sich derber Quarz mit der triangulären Gitterung von Eisenglanzplatten, zwischen welchen er abgelagert wurde, an einem Exemplar aus Norwegen im Wiener mineralog. Museum, welches ich durch Dr. Brezina's freundliche Vermittlung vergleichen konnte.

---

*) Zeitschr. der deutsch. Geol. Ges. XIV. 1862. S. 420.

**) Studien zur Entwickl. d. Min. Zürich 1854. S. 98.

***) a. a. O. S. 423.

Innerhalb der Thuringitformen und durch sie hindurch reichend findet man nicht selten krystallinische Feldspathaggregate, welche in Zusammenhang stehen mit der feindrusigen Feldspathbekleidung der Hohlräume in dem Ganggesteine; als zwischen den Calcitlamellen der Thuringit abgelagert wurde, mussten von diesem auch die in den Zwischenräumen aufragenden Feldspathpartien ganz oder theilweise umschlossen werden.

Ausser diesen Einschlüssen von Feldspath, welche älterer Bildung sind als Thuringit, kommt aber in den Drusenräumen auch solcher von neuerer Entstehung vor; eine lichtbräunliche Oberflächenfärbung kennzeichnet denselben. Ebenfalls in winzigen Krystallen zeigt er sich in einzelnen Gruppen auf dem Thuringit sitzend oder ausnahmsweise in den breiteren Einschnitten angesiedelt. Er findet sich aber auch allenthalben als feindrusiger Absatz zwischen den Thuringitformen, überdeckt die kleineren oft bis auf wenig vorragende Stellen und überkleidet mit seinen Kryställchen die ursprünglichen nach der Weglösung des Calcites freiliegenden Wandungen der Drusenräume des Ganggesteines. Nur durch diese nach der Entfernung des Calcites fortdauernde Feldspathbildung wird es erklärlich, dass die Thuringitformen, wo sie mit dem Feldspath in Berührung treten, nicht scharf abgegrenzt, oft wie in denselben eingesenkt erscheinen.

Das Feldspathgestein, in welchem die Thuringit führenden Drusenräume sich öffnen, wurde bereits früher als ein drusig-poröses bezeichnet. In grosser Zahl sieht man in der weissen, stellenweise licht braun oder gelblich fleckigen Masse schwarze, äusserst feinkörnige Thuringitpartien, welche in der Regel nach einer Richtung gestreckt, dem Gesteine einen Gneiss-ähnlichen Habitus verleihen.*) Der Thuringit erfüllt kleine Hohlräume in der Feldspathmasse; er ist gegen dieselbe, wie man unter dem Mikroskope erkennt, zumeist scharf abgegrenzt, selten zeigen sich einzelne Thuringitschüppchen zwischen den Feldspathkryställchen, welche die Wandungen der Hohlräume bilden. Manche von den letzteren sind nur theilweise mit Thuringit erfüllt, die meisten endlich erscheinen mit Aggregaten minimaler wasserheller Feldspathkryställchen besetzt, welche ihrer sehr geringen Dimensionen und Verwachsung wegen, keine Formbestimmung zulassen.

Die Textur der drusig-porösen Feldspathmasse ist eine krystallinisch-feinkörnige. Zwischen den glashellen, eckigen Körnchen zeigen sich mehr weniger reichlich eingestreut grössere weisse, trübe Individuen, deren Spaltflächen unter der Lupe keine Riefung erkennen lassen und höchstens 4^{mm} in grösster Ausdehnung erreichen. Ausnahmsweise erhält man bei der Zerkleinerung des brüchigen, stellenweise mürben Gesteines Fragmente,

---

*) In mancher Beziehung gleicht unser Gestein jenem, welches Volger als Chloritgneiss aus dem Kreuzlithal in Tavetsch beschrieben. Studien. S. 125 f.

welche zwei Spaltflächen darbieten; ich fand durch wiederholte Messungen mit dem Reflexionsgoniometer die Neigung der beiden Spaltflächen, — von denen die eine etwas ebener und glänzender als die zweite sich erwies — 89° 41′, 90° 1′, 90° 38′. Das Mittel der sehr approximativen Messungen wäre demnach 90° 7′.

Eine stauroskopische Prüfung von Dünnschliffen der gemessenen Spaltstücke wurde durch die trübe Substanz verhindert.

Das Volumgewicht zweier Proben der feinkörnigen Masse ergab sich im Pyknometer 2·56. *)

Vor dem Löthrohre unter starker Natronfärbung zu einem blasigen Glase schmelzbar, welches mit Kobaltsolution blaue Färbung annimmt; nach halbstündigem Kochen in concentrirter Salzsäure wurde das Pulver theilweise zersetzt und die Säure gelb gefärbt.

Eine kleine Menge des Feldspathes wurde von Prof. Bořicky nach seiner Methode mittelst Fluorwasserstoff**) auf den Gehalt an Alkalien untersucht; in einem mir freundlichst übergebenen Präparate liessen sich deutlich die grösseren regulären Kryställchen des Kieselfluorkalium von den kleineren fassähnlichen Säulchen des Kieselfluornatrium, die ersteren in überwiegender Menge, unterscheiden. Es ergaben sich auch Anzeichen eines geringen Kalkgehaltes, welcher gleichfalls auf einen Feldspath zu beziehen wäre, nachdem in dem mit Wasser ausgekochten Gesteine durch sehr verdünnte Salzsäure kein beigemengtes Kalkcarbonat nachzuweisen war; nur eine höchst unbedeutende Kohlensäureentwicklung zeigte sich von einzelnen braun gefärbten Stellen in den drusigen Poren ausgehend.

Die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen im polarisirten Lichte erwies die scheinbar gleichartige Feldspathmasse als ein Gemenge von wenigstens zweierlei Feldspatharten mit spärlichem Quarz. Vorwaltend ist ein nur stellenweise klarer, meist durch Zersetzung stark getrübter Feldspath in grossen einheitlichen Partien vertreten. Zwischen gekreuzten Nicols sieht man die klaren, lebhaft farbigen Stellen zwischen den trüben fleckenweise oder in kurzen Leisten, die letzteren zuweilen in gitterförmiger Anordnung vertheilt. Im Zusammenhalt mit den obigen Messungsdaten, welche sich auf derartige Partien beziehen und den qualitativen Nachweis eines ansehnlichen Kaligehaltes, wäre der vorwaltende Feldspath als Orthoklas zu bestimmen. — Ausser diesen grösseren Parthien findet man, vornehmlich zunächst in den offenen oder mit Thuringit erfüllten Gesteinsporen Aggregate von dicht aneinander gedrängten pelluciden Feldspathkörnern, welche meist in einheitlicher Farbe erscheinen und wohl ebenfalls Orthoklas sind, zum Theil aber sich durch ihre Leisten- oder Strich-weise

*) (a) 2·549; (b) 2·561; abs. Gew. über 1 Gramm.

**) Sitzungsber. d. böhm. Ges. d. Wiss. 1876. 10. Nov. 1877. 9. Febr.

abwechselnde Färbung deutlich als ein Plagioklas zu erkennen geben. — Der Quarz ist weder mit freiem Auge noch mit der Lupe auf rohen oder angeschliffenen Bruchflächen nachzuweisen; im Dünnschliffe findet man ihn bei polarisirtem Lichte unter dem Mikroskope in seltenen Körnchen, welche durch ihre eigenthümliche Färbung, klare Substanz und durch minimale Flüssigkeitseinschlüsse mit vibrirenden Bläschen charakterisirt sind.

In den drusigen Höhlungen des eben beschriebenen Gemenges trifft man nicht selten Schüppchen von weissem Muscovit und Anataskryställchen; sie sind beide jünger als der Thuringit, da sie bei gleichzeitigem Vorkommen stets dem letzteren aufsitzend beobachtet wurden.

Der Anatas erscheint in winzigen, bräunlich-gelben, halb-pelluciden Täfelchen, welche sich durch ihren metallähnlichen Demantglanz bemerkbar machen. Die Täfelchen, höchstens $^1/_2{}^{mm}$ im Durchmesser erreichend, sind Combinationen von (001) und (111), zuweilen mit (117), die Pyramidenflächen stets sehr schmal entwickelt. Messungen mit dem Reflexionsgoniometer ergaben:

111 : 001	$= 68^0\ 16^1/_2{}'$	(15).	ber.: $68^0\ 18'$
111 : $11\bar{1}$	$= 43^0\ 18^1/_2{}'$	(5).	» $43^0\ 24'$
111 : $1\bar{1}1$	$= 82^0\ 2'$	(1).	» $82^0\ 9'$
117 : 001	$= 19^0\ 30'$	(2).	» $19^0\ 45'$.

Ueber Anatas aus den österreichischen Alpen liegen Angaben nur aus dem unserem Fundorte benachbarten Gebiete in Rauris vor. Dort fand man am Leidenfrost unterhalb des hohen Sonnblick und am Ritterkahr oberhalb der Grieswiesalpe, am Nordgehänge des Hochnarr, Anatas als Begleiter von Periklin- und Adularkrystallen.*) Von besonderem Interesse, des Vergleichs wegen mit den hier vorliegenden Stücken, sind die Beobachtungen Schrauf's an Exemplaren von der Grieswiesalpe, welche das Zusammenvorkommen von Calcitplatten mit Adular und Anatas, die beiden letzteren von jüngerer Bildung, erwiesen.**) Am Kärntner Fundorte war Calcit früher vorhanden und sind die Anatastäfelchen, so wie jene Feldspathkryställchen, welche die Drusenräume bekleiden und auf dem Thuringit sitzen, neuerer Entstehung als der Calcit.

Gleichzeitig mit der Nachricht über die Entdeckung des Thuringit führenden Ganges am Zirmsee, berichtete Seeland, dass er in derselben Gegend auch Epidot angetroffen. Der neue Fundort liegt etwa $^1/_2$ Stunde in westlicher Richtung thalabwärts vom neuen Pochwerk der Goldzeche (letzteres am Abflusse des Zirmsees, unweit vom Südufer desselben) im Gebiete des Talkglimmerschiefers. Nach Nordwest streichend und Südwest fallend,

*) Miner. Lexikon. II. S. 12.

**) Tschermak's Min. Mittheil. 1872. S. 194.

ist der Talkglimmerschiefer dem Centralgneisse — von demselben durch eine Glimmerschieferzone getrennt — concordant aufgelagert. Der Epidot erscheint in pistazien- bis bräunlichgrünen, längsgerieften breiten Stängeln, welche einzeln oder in Aggregaten einem körnigen Calcit oder Quarz eingewachsen sind, der gangförmig im Talkglimmerschiefer auftritt. Calcit- oder Quarzadern durchsetzen und verwerfen oft die Epidotstängeln, denen seitlich eine regelmässige Begrenzung fehlt.

An den Epidotsäulchen liessen sich die Flächen (001), (102), (100), in der gewöhnlichen orthodiagonalen Streckung, sowie die Spaltbarkeit nach (001) und (100) nachweisen. Ich bestimmte am Reflexionsgoniometer:

001 : 102 = 34° 31′; ber.: 34° 28′
001 : 100 = 64° 35′; » 64° 33′.

Das Volumgewicht ist 3·33. — Einzelne mikroskopische Oktaëder und feinkörnige Aggregate, oder dünne Täfelchen und Lamellen von Magnetit zeigen sich als häufige, weisse Muscovitschüppchen als seltene Begleiter des Epidots. In der alpinen Centralzone Kärntens ist das Vorkommen von Epidot bereits an mehreren Orten bekannt. *)

*) Miner. Lexikon. II. 122.

XXIX. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. **E. Goldsmith** (in Philadelphia): **Sonomaït, ein neues Mineral** (Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 1876, p. 263). Dasselbe wurde in der Nähe der Geysers in Sonoma Co, Californien, von Prof. F. V. Hayden gesammelt; es ist farblos, seidenglänzend, krystallinisch, hat 1,604 spec. Gew. und gab bei zwei Analysen:

SO_3	38,78	38,30
Al_2O_3	7,66	8,36
FeO	2,01	1,56
MgO	7,14	7,51
H_2O	44,41	44,27
	100,00	100,00

Dies entspricht der Formel $Al_2 S_3 O_{12} + 3 Mg SO_4 + 33 H_2 O$. Das Mineral steht somit dem Magnesiaalaun (Pickeringit) nahe.

Ref.: E. S. Dana.

* **G. A. König** (in Philadelphia): **Astrophyllit, Arfvedsonit und Zirkon von El Paso Cty., Colorado** (ibid. 1877, p. 9). Diese Arbeit erscheint, im Original vom Verf. mitgetheilt, im nächsten Heft.

D. Red.

2. **Ders.: Columbit von Standish, Maine** (ibid.). Das Mineral wurde erst kürzlich an diesem Orte entdeckt, scheint aber schon fast ganz erschöpft zu sein, obgleich nur eine kleine Anzahl Exemplare gefunden worden sind. Indessen gehören diese zu den schönsten, bis jetzt vorgekommenen Columbiten und wetteifern mit denen von Grönland. Während bekanntlich der ältere Fundort Haddam in Conn. Krystalle von bemerkenswerther Grösse lieferte, welche aber gewöhnlich zersetzt waren und ihren Glanz eingebüsst hatten, sind dagegen die Krystalle von Maine ganz frisch und meist sehr glänzend. Es befinden sich darunter häufig Zwillinge des bereits bekannten Gesetzes, z. Th. jedoch von so besonderem Habitus, dass sie einer ausführlichen Beschreibung bedürften.

Ref.: E. S. Dana.

3. **A. N. Chester** (Hamilton College, Clinton N. Y.): **Variscit von Montgomery Co. Arkansas** (Amer. Journ. Sc. III, **13**, 295, April 1877). 1837 gab Breithaupt den Namen »Variscit« einem Thonerdephosphat von apfelgrüner Farbe, welches zu Massbach im sächsischen Voigtlande vorkam. Die genaue Zusammen-

setzung desselben war unbekannt, bis 1871 Petersen es analysirte und zeigte, dass es die Zusammensetzung $Al_2 P_2 O_8 + 4\ aq$ besitze und somit wahrscheinlich identisch mit Damours »Callais« sei. Das vom Verf. untersuchte, bisher als »Peganit« bezeichnete Mineral von Montgomery hat nun genau die Zusammensetzung des Variscits. Es findet sich in krystallinischen Krusten, oft von halbkugeliger Form und innen radialfaserig, auf Quarz, selten in deutlichen kleinen Kryställchen des rhombischen Systems, endlich auch dicht im Quarz vertheilt. Farbe tief smaragdgrün, blaugrün bis fast farblos; durchsichtig bis durchscheinend, Härte c. 4. Das analysirte Material war so mit Quarz gemengt, dass der unlösliche Rückstand einmal 50, einmal 70 % betrug. Nach Abzug desselben wurde in zwei Analysen gefunden:

	I.	II.	berechnet:
P_2O_5	44,74	43,96	44,80
Al_2O_3	31,46	32,24	32,49
H_2O	23,80	23,80	22,71
	100,00	100,00	100,00

Die Zahlen der letzten Reihe sind nach der oben gegebenen Formel $Al_2 P_2 O_8 + 4\ aq$, derjenigen des Variscit, berechnet, an der Identität mit demselben kann somit kein Zweifel sein.

Ref.: E. S. Dana.

4. **Ders. Sapiolith (Meerschaum) von Utah** (ibid.). Dieses Mineral erfüllt eine ungefähr 2 Zoll mächtige Spalte, welche die Schichten quer durchschneidet, in einer Silbererzgrube. Es ist dadurch von besonderem Interesse, dass es hier eine feinfaserige Struktur besitzt. Die chemische Untersuchung, I der weissen Varietät (Mittel von 4 Analysen), II der hellgrün gefärbten, ergab:

	I.	II.
SiO_2	52,97	50,15
Al_2O_3	0,86	2,06
Fe_2O_3	0,70	1,02
Mn_2O_3	3,14	2,09
CuO	0,87	6,82
MgO	22,50	18,29
H_2O	9,90	9,30
Hygroskop. Wasser	8,80	10,32
	99,74	100,05

Die Hälfte des Wassers geht bereits unter 100° fort und ist daher als hygroskopisch, nicht zur Constitution des Minerals gehörig, aufzufassen; der Rest dagegen ist noch nicht durch eine Temperaturerhöhung bis 200° zu entfernen, die letzten Spuren erst bei voller Rothgluth. Hiernach ist die Formel des Minerals:

$$H_4 Mg_2 Si_3 O_{10}$$

d. i. diejenige des Meerschaums, von welchem jenes eine neue interessante Varietät darstellt. Auch vor dem Löthrohre und gegen Säuren verhält es sich ebenso, wie der Sapiolith. Die grüngefärbte Varietät enthält ziemlich viel Kupfer, welches als Vertreter des Magnesium in der Constitution der Substanz zu fungiren scheint.

Ref.: E. S. Dana.

Krystallographische Gesellschaft zu London (Corresp. d. Sekr., Hrn. W. E. Lewis).

Sitzung vom 12. April 1877.

5. **A. Des Cloizeaux** (in Paris): **Nachtrag zu dem Aufsatz über die Typen des Humit** (d. Zeitschr. S. 66). Der Verf. erhielt neuerdings von Hrn. Scacchi eine Anzahl vesuvischer Humitkrystalle, welche ihn in den Stand setzten, die optischen Eigenschaften der drei Typen von Neuem zu untersuchen. Die Resultate waren im Wesentlichen die früher mitgetheilten, nur die Krystalle vom zweiten Typus waren bemerkenswerth durch die grosse Zahl von Zwillingslamellen parallel der Basis, welche sie enthielten. In Folge dessen war sehr oft eine Fläche von $(\bar{1}01)$ $+ P\infty$ gebildet, z. Th. von einer solchen in gewöhnlicher Stellung, z. Th. von (201) $- 2P\infty$, welch' letztere einem in Zwillingsstellung befindlichen Krystall angehörte. Dasselbe Verhältniss fand statt zwischen der Fläche $(\bar{3}02)$ $+ \frac{3}{2}P\infty$ und (601) $- 6P\infty$, ferner zwischen $(\bar{2}01)$ $+ 2P\infty$ und (100) $\infty P\infty$ u. s. f.

Da nun auf diesen zusammengesetzten Flächen keine einspringenden Winkel beobachtet wurden, so muss ihre Neigung gegen die Basis jedesmal paarweise die gleiche sein. Hiernach müssen als Fundamentalwinkel, anstatt der in jenem Aufsatz angeführten, folgende angenommen werden:

(010) (210)	44° 12′	(unverändert)			
(001) (100)	70 59	(v. Rath)	statt	71° 2′	(Scacchi)
(001) (111)	54 10	(-)	-	54 8	(-)

Ref.: W. E. Lewis.

* Die ausserdem vorgetragenen Arbeiten von E. Bertrand, »über Zwillingsbildung und Hemiëdrie des Leukophan« und von W. E. Lewis »krystallographische Notizen über salpetersaures Baryum und über Titanit« werden ausführlich im nächsten Hefte dieser Zeitschr. mitgetheilt werden. Die Red.

6. **N. S. Maskelyne** (in London): **Nachtrag zu dem Aufsatz über Ludlamit** (d. Zeitschr. S. 68). Die Tabelle der berechneten Winkel enthält Fehler, welche durch ein Versehen bei einem der Fundamentalwinkel verursacht wurden. Eine nachträgliche Revision, mit Rücksicht auf die, den Messungen an verschiedenen Krystallen zuzutheilenden relativen Gewichte, setzt mich übrigens in den Stand, nunmehr eine grössere Annäherung an die wahren krystallographischen Elemente des Ludlamit, als in jenem Aufsatze, zu geben, und zwar durch folgende Zahlen:

Axenverhältniss:

$$a:b:c = 2,2527:1:1,9820$$
$$\beta = 79^0\ 27'$$

Fundamentalwinkel:

$$(111)\ (010) = 36^0\ 37',\quad (101)\ (100) = 42^0\ 46',$$
$$(101)\ (001) = 36^0\ 41'$$

Berechnete Winkel:

(001) (100)	= 79° 27′
(001) $(\bar{1}01)$	45 53
$(\bar{1}01)$ $(\bar{1}00)$	54 40
$(\bar{2}01)$ $(\bar{1}00)$	31 56¼
(201) (100)	26 49½

Berechnete Winkel:

(110) (100)	=	65° 41½′
(110) (1$\bar{1}$0)		48 37
(110) (001)		85 40⅔
($\bar{1}$11) (001)		68 31
(111) (001)		61 25½
(112) (001)		44 36½
(111) (100)		64 1⅔
(011) (100)		85 12
(011) ($\bar{1}$11)		22 30⅔
($\bar{1}$11) ($\bar{1}$00)		72 17⅓
($\bar{1}$11) ($\bar{1}\bar{1}$1)		63 28½
($\bar{1}$11) ($\bar{1}$01)		58 15¾
($\bar{2}$01) ($\bar{1}$11)		60 58½
($\bar{2}$01) (110)		110 27
(011) (001)		62 50

(Briefl. Mitth.)

Anmerk. d. Red. Da in d. Zeitschr. stets die vordere Seite der nach vorn geneigten Axe *a* und die bei dieser Stellung rechts liegende Hälfte der Axe *b* mit positiven Indices bezeichnet werden, so müssen in den beiden Figg. des cit. Aufs. S. 68 sämmtliche Indices der zweiten Stelle negativ gesetzt werden; denn es ist in diesen Figuren dem Beobachter die linke Seite der Axe *b* zugekehrt.

7. **A. Sjögren: Mineralogische Notizen III. Manganosit und Pyrochroit von Mossgrufva in Wermland** (Geologiska Föreningens Förhandlingar, B. III, No. 6, S. 181—183).

Die betreffenden Mineralien kommen in einem kalkhaltigen Gestein mit grüngelbem Granat zusammen vor, — nach der Meinung des Verfassers auf Gängen.

Ref.: W. C. Brögger.

8. **A. E. Nordenskiöld: Mineralogische Mittheilungen.** (Geol. För. Förhandl., B. III, No. 7, S. 226—229.)

1. Thorit von Arendal. Kommt in mehrere Zoll grossen, zirkonähnlichen, tetragonalen Krystallen auf den bekannten Feldspathgängen in der Nähe Arendals vor. Formen: (110) ∞P und (111) P (vergl. Fig. 62 Naumann, Elemente der Mineralogie, Leipzig 1871). $P : \infty P$ (mit Contaktgoniometer gemessen) 47° 30′. Farbe harzbraun; fast undurchsichtig, fettglänzend. Br. flachmuschelig. $H = 4,5$. Sp. G. = 4,38. In Salzsäure leicht löslich.

Analyse:

Kieselsäure	17,04
Phosphorsäure	0,86
Kalkerde	1,99
Magnesia	0,28
Ceriumoxyde	1,39
Thorerde	50,06
Mangan	Spur
Eisenoxyd	7,60
Uranoxydul	9,78
Bleioxyd	1,67
Wasser	9,46
	100,13.

Die Zusammensetzung ist also mit der des gewöhnlichen Thorit von Brevik (von den Inseln Langesundsfjordens) ziemlich gut übereinstimmend. Doch ist der Thorit von Arendal von Einmischungen viel stärker verunreinigt und mehr wasserhaltig.

Verhält sich angeblich bei optischer Untersuchung wie ein amorphes Mineral (?), was nach dem Verfasser dadurch zu erklären wäre, dass die Krystalle desselben nicht als ursprüngliche, sondern als Pseudomorphosen nach einem unbekannten Paläomineral von der stöchiometrischen Zusammensetzung des Zirkons aufzufassen seien.

Kommt mit Fergusonit und Orthit zusammen vor, gewöhnlich auf Platten von schwarzem Glimmer aufgewachsen und von ockergefärbten Orthoklas umgeben.

2. Cyrtolith von Ytterby.

Findet sich in kleinen, wahrscheinlich tetragonalen Krystallen mit Fergusonit, Xenotim und Arrhenit zusammen, auf Platten von schwarzem Glimmer aufgewachsen. (111) P und (100) $\infty P \infty$ in dodekaëderähnlicher Combination. Durchscheinend. Gelb bis gelbbraun. $H = 5,5 - 6$. Sp. G. $= 3,29$ (17°).

Analyse:

Kieselsäure	27,66
*Zirkonerde	41,78
Erbium- und Ittriumerde	8,49
Ceriumoxyde	3,98
Kalkerde	5,06
Magnesia	1,10
Eisenoxydul	Spur
Wasser	12,07
	100,14.

*) Ein wenig Thonerde in der Zirkonerde einbegriffen.

Scheint mit dem amerikanischen Cyrtolith und dem Malakon von Björkboda verwandt. Ref.: W. C. Brögger.

9. S. R. Paikul: Homilit von Brevik, Norwegen (Geol. För. Förhandl. B. III, No. 7, S. 229—232).

Mit dem Melinophan kommen auf Stokö in der Nähe von Brevik zwei schwarzbraune Mineralien zusammen vor. Das eine ist der Erdmannit Blomstrands, das andere ein Borosilikat, für welches der Verfasser den Namen Homilit (von ὁμιλέω = zusammenvorkommen) vorschlägt.

Mittel von fünf Analysen gab:

SiO_2	31,875
FeO	16,25
Fe_2O_3	2,145
Al_2O_3	1,50
CaO	27,275
MgO	0,52
Na_2O	1,09
K_2O	0,41
Glühverlust	0,85
B_2O_3	18,085
	100,00

Wenn die Sesquioxyde nicht berücksichtigt werden, ergiebt sich das Verhältniss $RO : BO_3 : SiO_2 = 15 : 15 : 21$ oder $1 : 1 : 1,4$, was zu folgender Formel führen dürfte:

$3RO \cdot 2SiO_2 \cdot B_2O_3$, worin $3RO$ nahezu $= 2CaO : 1 (Fe, Mg)O$.

Farbe schwarz oder schwarzbraun, wachs- oder glasglänzend, in dünnen Splittern schwach durchscheinend. Keine deutliche Spaltbarkeit. $H = 5,5$. Sp. G. $= 3,28$. Schmilzt leichter als Natrolith zu einem schwarzen Glas. Löst sich in Salzsäure leicht und vollständig.

Nach Mittheilung von Herrn Prof. Nordenskiöld krystallisirt das Mineral in rhombischen oder vielleicht in monoklinischen (β fast $= 90^0$) Krystallen.

$a : b : c = 0,6362 : 1 : 0,6473$.

Beobachtete Formen:

(100) $\infty\bar{P}\infty$, (110) ∞P, (120) $\infty\breve{P}2$, (111) P, (122) $\breve{P}2$, (011) $\breve{P}\infty$

	Berechnet:	Beobachtet:
$\infty P : \infty\breve{P}2$	19° 22′	19° 12′
$\infty\breve{P}2 : \infty\breve{P}2$ (vorn)	103 40	103 41
$\infty\breve{P}2 : \breve{P}\infty$	64 42	64 42
$\breve{P}\infty : P$	17 22	17 ungef.
$\infty P : P$	39 40	40 21

Die Krystalle sind kurz prismatisch mit vorherrschender basischer Endfläche.

Das Mineral steht in krystallographischer Beziehung sehr nahe dem Datolith, dessen Axenverhältniss

$a : b : c = 0,6329 : 1 : 0,6345$, $\beta = 89^0\ 51'$

d. d. Homilit $= 0,6362 : 1 : 0,6473$, β ungefähr 90^0

Die Zusammensetzung des ersteren entspricht der Formel:

$H_2Ca_2B_2Si_2O_{10}$

die des Homilit:

$FeCa_2B_2Si_2O_{10}$.

Ref.: W. C. Brögger.

10. A. E. Nordenskiöld: Mineralogische Mittheilungen. (Geol. För. Förhandl. B. III, No. 10, S. 282—286.)

3. Tantalsäure-Mineralien von Utö.

Mikrolith. Bildet stark glänzende, hell graugelbe bis schwarzbraune, durchscheinende oder halbdurchscheinende reguläre Oktaëder mit abgestumpften Kanten (O, ∞O). Sie sind immer sehr klein, in turmalinführendem Petalit eingesprengt. $H = 5,5 — 6$. Sp. G. $= 5.25$. Unschmelzbar.

Analyse (annähernd):

Tantalsäure, Niobsäure	77,3	
Zinnoxyd	0,8	
Kalkerde	11,7	
Manganoxydul	7,7	(mit Spur von Eisenoxydul)
Magnesia	1,8	
	99,3.	

Die Zusammensetzung, mit der des Mikrolith von Chesterfield übereinstimmend, führt zu folgender Formel:

$(Ca, Mg, Mn)_2 Ta_2 O_7$.

Mangantantalit.

Analyse (annähernd):

Tantalsäure, Niobsäure	85,5
Manganoxydul	9,5
Eisenoxydul	3,6
Kalkerde	1,2
	99,8

führt zu der Formel:

$$(Mn, Ca, Fe)\ Ta_2\ O_6.$$

Findet sich als Gemengtheil eines aus Petalit, Turmalin, Lepidolith, Quarz u. a. bestehenden Gesteins in gelben bis gelbbraunen erbsengrossen Körnern, welche ausserdem einen verwitterten Mikrolith ($H.$ 5 — 5,5. Sp. G. 5,57. H_2O = 1,3) enthalten.

Bei Utö findet sich auch dazu Kassiterit, in kleiner Menge in Quarz oder Albit eingesprengt.

Ref.: W. C. Brögger.

11. A. Sjögren: Mineralogische Notizen IV. (Geol. För. Förhandl. B. III, No. 10, S. 289—292.)

Barytocalcit von Långban.

Sp. G. 3,46. Farbe weiss, durchscheinend. Körnig oder späthig.

Analysen (nach Dr. Lundström):

	Körnige Varietät:		Späthige Varietät:
Baryt	44,13		50,89
Kalkerde	18,19		17,64
Magnesia	2,51		0,40
Eisenoxydul	0,18		0,42
Manganoxydul	1,12		0,24
Kohlensäure	30,40		29,32
Bleioxyd	1,39		0,37
Unlösbar	2,00	(wesentl. $Ba\ddot{S}$)	0,70
Arsensäure	Spur		
	99,92		99,98

Kommt mit Hausmannit und Hedyphan zusammen vor.

Ref.: W. C. Brögger.

12. A. Arzruni (in Strassburg): **Ueber die Krystallform einiger Hydrazin-Verbindungen.** Sämmtliche Präparate stammen von Hrn. Dr. Emil Fischer in München, welcher die auf die chemischen Eigenschaften und Darstellungsweise dieser Körper bezüglichen Angaben bereits in seiner vierten Mittheilung »Ueber aromatische Hydrazinverbindungen« (Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. IX. S. 880 u. ff. Jahrg. 1876) veröffentlicht hat.

1. Paratolylhydrazin:

$$C_6H_4 < {CH_3 \atop NH \cdot NH_2}$$

Krystallsystem — rhombisch:

$$a : b : c = 0,2266 : 1 : 0,2604.$$

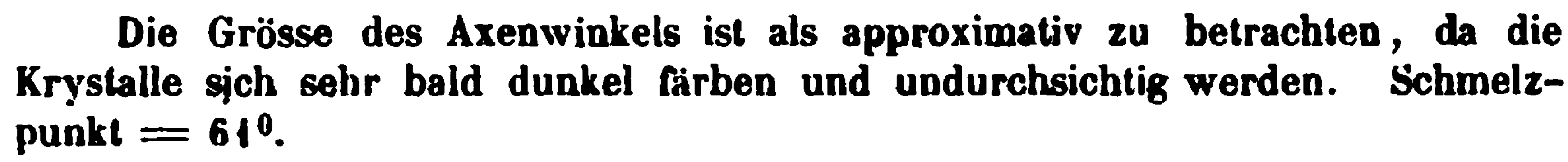
Beobachtete Formen: $b = 010 = \infty P\breve{\infty}$, $m = 110 = \infty P$; $p = 111 = P$. Krystalle flach nach der Fläche b (Fig. 1).

Fig. 1.

	Gemessen:	Berechnet:
(010) (110)	*77° 14′	—
(110) (1$\bar{1}$0)	25 45	25° 32′
(110) (111)	49 23	48 58
(111) ($\bar{1}$11)	*97 56	—
(111) (010)	81 22	81 40.

Ebene der optischen Axen = 001 = $0P$; erste Mittellinie = Axe a.

$2H_0$ für Litium = 122° 15′
Natrium = 121 15.



Die Grösse des Axenwinkels ist als approximativ zu betrachten, da die Krystalle sich sehr bald dunkel färben und undurchsichtig werden. Schmelzpunkt = 61°.

2. Nitrosoäthylphenylharnstoff:

$$C_6H_5 - NH$$
$$|$$
$$CO$$
$$|$$
$$C_2H_5 - N - NO.$$

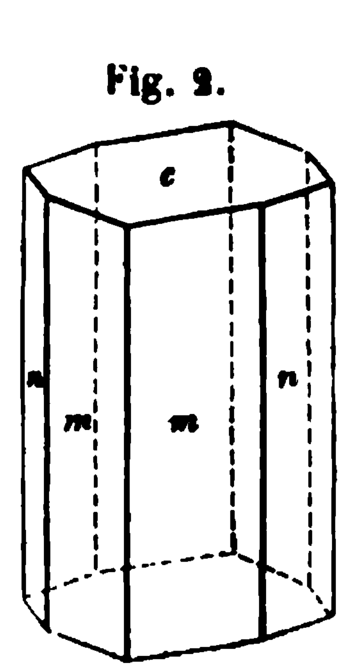


Fig. 2.

Krystallsystem — monosymmetrisch:

$a : b : c = 0{,}7354 : 1 : ?$

$\beta = 77° \, 57\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $m = 110 = \infty P$, $n = 120 = \infty \mathcal{R}2$, $c = 001 = 0P$. (Fig. 2.)

	Gemessen:	Berechnet:
(110) (1$\bar{1}$0)	*71° 26′	—
(110) (001)	*80 15	—
(110) (120)	19 5	19° 28½′.

Auf den m-Flächen stehen die Auslöschungen schief; durch jede der m-Flächen je eine Axe sichtbar. Schmelzpunkt = 59°.

3. Aethylphenylsemicarbazid:

$$C_6H_5 - NH - NH$$
$$|$$
$$CO$$
$$|$$
$$C_2H_5 - NH.$$

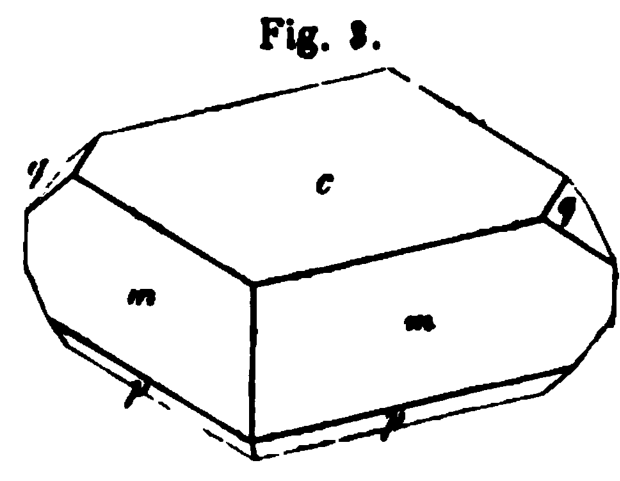
Krystallsystem — monosymmetrisch:

$a : b : c = 0{,}8268 : 1 : 1{,}1457$

$\beta = 61° \, 0'$.

Beobachtete Formen: $m = 110 = \infty P$, $c = 001 = 0P$, $p = \bar{1}11 = +P$, $q = 011 = \mathcal{R}\infty$. Weisse durchsichtige Krystalle, tafelartig nach 001. (Fig. 3.)

Fig. 3.



	Gemessen:	Berechnet:
($\bar{1}$11) ($\bar{1}\bar{1}$1)	78° 21½′	77° 12′
(110) (1$\bar{1}$0)	*71 45	—
(110) (001)	*66 52	—
(001) ($\bar{1}$11)	77 37	78 12½
($\bar{1}$11) ($\bar{1}$10)	34 36	34 4
(001) (011)	*45 0	—

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene; erste Mittellinie im spitzen Winkel β. Durch 001 gesehen ist das Axenbild ausserhalb des Gesichtsfeldes.

4. Benzylenphenylhydrazin:

$$C_6H_5 \cdot N_2H \cdot CH \cdot C_6H_5.$$

Krystallsystem — monosymmetrisch:

$$a : b : c = 0{,}853 : 1 : 0{,}670$$
$$\beta = 87^0\ 40^1/_2{}'.$$

Fig. 4.

Langsäulenförmige Krystalle von hellrosenrother Farbe. Beobachtete Formen: $m = 110 = \infty P$, $n = 210 = \infty \breve{P} 2$, $c = 001 = 0P$, $d = \bar{1}01 = -\breve{P}\infty$. (Fig. 4.)

		Gemessen:	Berechnet:
(110)	(1$\bar{1}$0)	*80° 54′	—
(110)	(001)	*88 14	—
(110)	(101)	61 11	61° 0′
(210)	(2$\bar{1}$0)	47 30 circa	47 17$^1/_2$
(001)	(101)	*37 35	—

Ebene der optischen Axen: Symmetrieebene. Durch eine Platte parallel 100 = $\infty \breve{P} \infty$ eine Axe im spitzen Axenwinkel β sichtbar. Schmelzpunkt = 152°,5.

5. Diäthylphenylhydrazoniumbromid:

$$C_6H_5 - \overset{C_2H_5}{\underset{C_2H_5\ \ Br}{N}} - NH_2$$

Krystallsystem — rhombisch:

$$a : b : c = 0{,}8219 : 1 : 0{,}8265.$$

Schöne, wasserhelle, stark lichtbrechende Krystalle. Beobachtete Formen: $m = 110 = \infty P$, $d = 101 = P\breve{\infty}$, $c = 001 = 0P$. m und d oft gleich gross entwickelt, c schmal und nach der Combinationskante cd gestreift. Die Krystalle meistens lang nach der Axe b. (Fig. 5.)

Fig. 5.

		Gemessen:	Berechnet:
(110)	(1$\bar{1}$0)	*78° 50′	—
(101)	($\bar{1}$01)	*90 19	—
(101)	(001)	45 11$^1/_2$	45° 9$^1/_2$′
(101)	(110)	56 46	56 47.

Ebene der optischen Axen parallel 010 = $\infty P\breve{\infty}$; erste Mittellinie = Axe c.

$2H_a$ für Natrium = 91° 36′
$2H_o$ - = 105 approx.
also $2V_a$ - = 84 circa.

Dispersion der optischen Axen: $\rho < v$. Doppelbrechung positiv, stark.

Die aus Aethylanilin dargestellten Krystalle sind mit den soeben beschriebenen vollkommen identisch.

18a. F. A. Flückiger (in Strassburg): **Ueber das Gurjunharz.** Unter dem Namen Gurjun-Balsam wird in Indien, besonders in Hinterindien, in grosser Menge der Harzsaft mehrerer Bäume aus dem Genus Dipterocarpus gewonnen*)

*) Näheres in Flückiger and Hanbury, Pharmacographia, London 1874, p. 88.

und gelegentlich auch in Europa eingeführt. Er besteht aus ätherischen Oelen von der Formel $C^{20} H^{32}$ und Harz in wechselnden Verhältnissen. Aus dem letztern wurde durch Werner*) ein krystallinischer Antheil dargestellt und als Gurgunsäure**) beschrieben. Sie soll der Formel $C^{44} H^{68} O^{8}$ entsprechen, welche auch der Metacopaivasäure zukommt; man darf wohl vermuthen, dass beide identisch sind. Schreibt man jene Formel $C^{44} H^{70} O^{8}$, so ergiebt sich eine nahe Beziehung zu Maly's Abietsäure***) $C^{44} H^{64} O^{5}$.

Bei der Verarbeitung grösserer Mengen Gurjunbalsam im Laboratorium des Hauses Gehe & Co. in Dresden wurden aus dem Destillationsrückstande Krystallkrusten erhalten, welche nach einiger Reinigung nur noch schwach gelbliche Färbung darboten und von den Producenten als Copaivasäure bezeichnet wurden, weil Gurjunbalsam gelegentlich statt Copaivabalsam dient.

Aus dieser angeblichen Copaivasäure gelingt es bei Winterkälte, gute farblose und durchsichtige Krystalle zu erhalten, wenn man die rohen Krusten in 12 Theilen warmem Ligroïn löst. Nur solche Krystalle, welche sich in Folge der Abkühlung bilden, nehmen etwas ansehnlichere Dimensionen an, die jedoch bei den längsten Prismen doch kaum 1 Centimeter überschreiten. Bei Verdunstung des Ligroïns oder aus andern Lösungsmitteln erhielt ich nicht isolirte Krystalle.

Dieses von mir gereinigte Gurjunharz beginnt bei 126° ohne Gewichtsverlust zu schmelzen (Gurjunsäure bei 220°); etwas grössere Mengen verflüssigen sich erst bei 130°. Die beim Erkalten amorphe Masse krystallisirt bei Berührung mit Weingeist (0,830 sp. G.), worin das Harz nicht reichlicher löslich ist als in Ligroïn. Aus offener Platinschale lassen sich kleinere Mengen des Harzes ohne bedeutende Verkohlung unter Entwickelung eines Harzgeruches verflüchtigen; die Kohle verbrennt schliesslich ohne Rückstand.

Während die oben genannten Harzsäuren in weingeistiger Lösung schwach, aber bestimmt sauer reagiren und sich auch sonst als Säuren erweisen, ist dieses bei meinem Gurjunharze durchaus nicht der Fall; es ist vollkommen indifferent und lässt sich in keiner Weise mit Basen verbinden. Seine gesättigte Ligroïnlösung bewirkt keine Ablenkung der Polarisationsebene.

In concentrirter Schwefelsäure löst es sich mit rothgelber Farbe und wird durch Wasser wieder weiss gefällt; bei der trockenen Destillation geht ein saures, nicht unangenehm riechendes Oel über, das durch Zusatz von weingeistigem Eisenchlorid nicht verändert wird. Von schmelzendem Aetzkali wird das Gurjunharz nicht angegriffen, auch lieferte es mir weder eine Acetylverbindung, noch ein Nitroderivat in krystallisirter Form.

Bei 100° getrocknetes, durch wiederholte Krystallisation rein dargestelltes Gurjunharz, durch Dr. Buri analysirt, ergab:

	I.	II.	III.	
bei	0,2476	0,2354	0,2492	Substanz
CO^2	0,7369	0,6996	0,7419	
OH	0,2535	0,2410	0,2557	

Woraus folgt in Procenten:

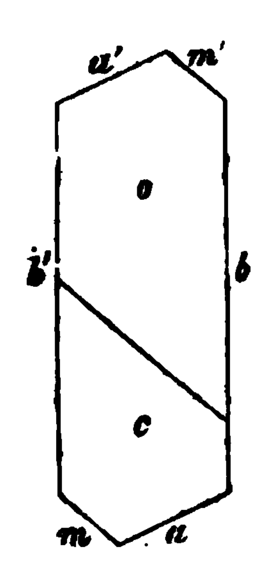
	I.	II.	III.
C	81,16	81,05	81,20
H	11,38	11,37	11,40
O	7,46	7,58	7,40

*) Jahresbericht 1862, S. 461. — Gmelin, Organ. Chemie VII. S. 1985.
**) Richtiger Gurjunsäure; nur Gurjun wird in Indien geschrieben.
***) Ann. der Ch. 161 (1872), S. 115.

Diese Resultate lassen sich durch die Formel $C^{28} H^{46} O^2$ ausdrücken:

28 C	336	81,16
46 H	46	11,11
2 O	32	7,73
	414	100,00.

13 b. H. Bücking (in Strassburg): **Krystallform des Gurjunharzes.** Krystallsystem asymmetrisch; lange Prismen, deren horizontaler Querschnitt in beistehender Figur dargestellt ist, gebildet von den glänzenden Flächen *a*, *b*, *m* und abgeplattet nach *b*; am Ende erscheint die ebenfalls glänzende, steil nach hinten geneigte Fläche *o* und eine nahe horizontale *c*, welche jedoch stets so stark gekrümmt war, dass auch nicht einmal angenäherte Messungen auszuführen möglich war. Es konnte daher das Axenverhältniss nicht berechnet werden.



Beobachtete Kantenwinkel:

a : b	=	66° 58'
a : m		65 54
b' : m		47 8
o : a'		57 6
o : b		79 20
o : m'		46 51

Optische Axenebene bis auf 0°,5 senkrecht zur Kante *ab*, nach welcher die Krystalle verlängert sind; zweite Mittellinie fast absolut genau senkrecht zur Fläche *b*. Mit einer natürlichen Platte nach *b* und einer senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffenen wurde der Axenwinkel in Oel für Natrium gemessen:

$$2H_o = 103^0\ 1' \qquad 2H_a = 93^0\ 58'.$$

Daraus folgt der wahre Axenwinkel

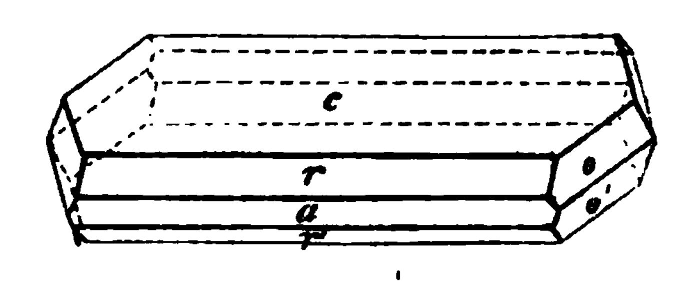
$$2V = 86^0\ 6'.$$

Dispersion $\varrho > v$. Doppelbrechung negativ.

14. Ders.: Krystallform des paranitrobenzoësauren Baryum. Formel: $[C_6 H_4 (NO_2) CO_2]_2 Ba + 5 H_2 O$. Krystalle aus dem chemischen Laboratorium der Universität Strassburg.

Krystallsystem monosymmetrisch:

$$a : b : c = 2,2907 : 1 : 2,5354$$
$$\beta = 66^0\ 32'.$$



Beobachtete Formen: *c* (001) *oP*, *r* (101) $-P\infty$, *r'* ($\bar{1}01$) $+P\infty$, *o* (111) $-P$, *o'* ($\bar{1}11$) $+P$. Die Krystalle (vergl. beist. Fig.) sind nach der Basis tafelartig und nach der Symmetrieaxe verlängert.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001) (100)	*66° 32'	—
(001) (111)	*60 25	—
(100) (111)	*58 57	—
(001) (101)	35 25	35° 10'

	Beobachtet:	Berechnet:
(001) (̄101)	61° 32′	61° 9′
(̄111) (100)	73 58	74 11
(̄111) (111)	47 5	46 52
(̄111) (001)	78 3	77 34
(101) (11̄1)	86 50	87 11
(101) (111)	52 52	53 21.

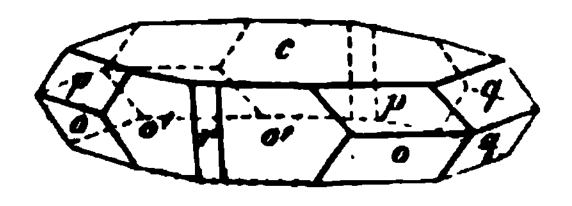
Keine deutliche Spaltbarkeit.

Optische Axenebene Symmetrieebene, durch *c* die Büschel beider Axen sichtbar.

15. **Ders.: Krystallform der Metanitrobenzoësäure** ($C_6H_4 . NO_2 . COOH$, Stell. 1.3. Schmelzp. 141°, Krystalle aus dem chem. Laborat. der Universität Strassburg). Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9625 : 1 : 1,2915$$
$$\beta = 88^0\ 58'.$$

Krystalle tafelförmig nach *c* (001) *oP*; ferner: *p* (110) ∞*P*, *o*(̄111) + *P*, *o′* (̄211) 2*P*2, *q* (011) *P*∞ oft klein ausgebildet, *r* (̄201) + 2*P*∞ schmal.



	beobachtet:	berechnet:
(̄111) (001) =	*61° 45′	—
(110) (001)	*89 15	—
(110) (1̄10)	*87 48	—
(̄211) (001)	71 50	72° 46′
(̄211) (̄2̄11)	49 15	48 48
(̄211) (̄111)	19 33	19 39
(21̄1) (110)	26 32	25 44
(001) (011)	50 55 appr.	52 15
(011) (̄111)	39 0	39 24
(110) (011)	58 1	57 18

Spaltbarkeit nach (010) unvollkommen. Optische Axenebene (010); eine Mittellinie bildet mit *c* 40° 50′ im stumpfen Axenwinkel; durch (001) eine Axe sichtbar.

16. **H. Laspeyres** (in Aachen): **Chemische Untersuchungen von Nickelerzen** (Journ. f. prakt. Chemie [2] 1876, Bd. 14, S. 397—413).

1. Polydymit, ein neues Nickelerz. Das so benannte Erz krystallisirt regulär, in Oktaëdern, und bildet stets polysynthetische Zwillinge nach (111), welche meist nach derselben Fläche tafelartig ausgebildet sind; Spaltb. (001) unvollkommen; Farbe sehr licht grau, die Oberfläche der Krystalle läuft jedoch gelbgrau an und verliert den lebhaften Metallglanz. Der P. findet sich, gemengt mit Eisenspath, Quarz, Zinkblende, Bleiglanz, Wismuthglanz, Arsen- und Antimonnickelglanz, Kupferkies, Nickelblende, Boulangerit, Nickelvitriol und Schwefel zu Grünau im Sayn-Altenkirchen'schen in Westphalen; derselbe bildet die Hauptmasse dieses Gemenges, ist aber nur sehr schwer von den übrigen

Bestandtheilen desselben einigermassen frei zu erhalten. In Salzsäure, welche beigemengte Zinkblende und Wismuthglanz ausziehen, ganz unlöslich; die damit gereinigte und durch Schwefelkohlenstoff von anhängendem Schwefel befreite Substanz wurde in rauchender Salpetersäure gelöst (wobei etwas Quarz zurückbleibt) und gab bei der Analyse:

	I (0,2807 Gr.)	II (0,1963 Gr.)
Ni	53,51	53,13
Co	0,61	
Fe	3,84	4,12
S	40,27	39,20
As	1,04	2,30
Sb	0,51	1,15
	99,78	99,90

Fe und *Co* sind wohl als isomorphe Vertreter von *Ni* zu betrachten, während die geringen Mengen von *As* und *Sb* wahrscheinlich von einer Verunreinigung durch Arsen- und Antimonnickelglanz herrühren; unter diesen Annahmen berechnet sich:

	I	II
Arsennickelglanz	2,29	5,07
Antimonnickelglanz	0,89	2,00
Reiner Polydymit	96,82	92,93
	100,00	100,00

und für die Zusammensetzung des letztern:

	I	II
Ni	54,30	54,72
Co	0,63	
Fe	3,98	4,44
S	41,09	40,84
	100,00	100,00

Dies giebt das Verhältniss:

$$R : S = 4 : 5,096 \quad \text{(I)}$$
$$4 : 5,044 \quad \text{(II)}.$$

Die Formel ist also:

$$Ni_4 S_5,$$

welche 59,45 *Ni* und 40,55 *S* erfordert.

Manchmal sind die Krystalle in rothbraune Pseudomorphosen (Eisenhydroxyd und Schwefelsäure enthaltend) verwandelt, welche von noch frischen Nadeln von Nickelblende durchsetzt sind. Es wurden somit beide Nickelverbindungen, NiS und Ni_4S_5, gleichzeitig und durcheinander gebildet.

Sehr nahe steht dem neuen Mineral der Beyrichit, der von Liebe auf der Lammerichskaul Fundgr. am Westerwalde, also in unmittelbarer Nachbarschaft des P., gefunden wurde und folgendermassen zusammengesetzt ist:

Ni	54,30
Fe	2,79
S	42,91
	100,00

Die Krystallform des B. steht indessen noch nicht fest, auch soll er in Salzsäure löslich sein; bei der Seltenheit desselben hat noch nicht entschieden werden können, ob er mit dem Polydymit zu vereinigen sei.

Denkt man sich in letzterem grössere Mengen *Ni* durch *Co* ersetzt, so entsteht eine Verbindung, welche dem ebenfalls regulär krystallisirenden Kobaltnickelkies sehr nahe steht, für welchen man indess auf Grund der bisherigen Analysen die Formel $R_3 S_4$ annimmt, wobei allerdings nicht ausgeschlossen ist, dass die Differenz beider Formeln vielleicht durch Unreinheit des Analysenmaterials hervorgebracht wäre.

2. Saynit, ein Mineralgemenge. Kobell's Saynit oder Nickelwismuthglanz, ein seltenes Erz von derselben Grube, von der oben der Polydymit beschrieben wurde, zeigt ebenfalls als Krystallform Oktaëder. Seine verschiedenen Analysen haben zu sehr abweichenden Resultaten geführt, und die Eigenschaften der analysirten derben Stücke sprechen dafür, dass diese mechanische Gemenge seien. Es wurde bereits von Kobell eine Beimengung von Kupferkies angegeben; zieht man diese in Rechnung, bei den Analysen von Schnabel (s. Rammelsberg, Mineralchemie. 1875. S. 61) einen Theil des *Cu* als Kupferglanz, das *Bi* als Wismuthglanz und die geringe Menge *Pb* als Bleiglanz, — so bleibt in der That bei den drei vorhandenen, sonst so sehr abweichenden Analysen ein kobalthaltiges Nickelerz von der Zusammensetzung des Polydymit übrig.

Ueberdies hat der Verf. die Vermuthung, dass der derbe Saynit nur ein unreiner Polydymit sei, noch folgendermassen bewiesen: nach Auslaugung des Nickel- und Kupfervitriols mit Wasser wurde das Erz erst in verdünnter, dann in concentrirter Salzsäure gekocht; erstere löste $FeCO_3$ und Spuren von Wismuth, letztere viel Wismuthglanz und Antimonbleiblende; der Rückstand war der Hauptsache nach Polydymit, nämlich 64,24 des Ganzen, welche bestanden aus

Ni	34,31
Co	0,19
Fe	2,56
S	25,57
As	1,08
Sb	0,53
	64,24

Die Zusammensetzung des ganzen Gemenges war sehr nahe die von Kobell gefundene.

Demnach ist der bisherige Saynit ein Gemenge, wesentlich von Polydymit und Wismuthglanz.

Ref. P. Groth.

17. **A. Weisbach** (in Freiberg): **Mineralogische Mittheilungen** (Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenwesen im Königr. Sachsen auf 1877).

I. Walpurgin.

Ueber diese zugleich in Leonhard u. Geinitz, Jahrb. etc. erschienene Arbeit ist bereits im 1. Heft d. Z., S 92, berichtet worden.

II. Zeunerit und Uranospinit.

Der Zeunerit, die dem Kupferuranit entsprechende Arsenverbindung, zeigt tetragonale Combinationen der Flächen: (001) oP, (101) $P\infty$*), (407) $\frac{4}{7}P\infty$, (107) $\frac{1}{7}P\infty$, letztere beiden untergeordnet. Es wurde gemessen an dem besten Krystall (I), an den übrigen im Mittel (II):

	I	II	berechnet:
(101) (001)	71° 3′	70° 28′	—
(407) (001)		58½° c.	59° 0′
(107) (001)		24° c.	22° 35′

[Es könnte fraglich erscheinen, ob die Messung von (407) nicht vielleicht auf das einfachere Zeichen (102) zu deuten wäre, welches 55° 31′ erfordert, da die Messung als eine ungenaue bezeichnet ist. — Der Ref.].

Aus I folgt das Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 2{,}9123$$

Spaltb. (001) höchst vollkommen, (100) deutlich. In dünnen Blättchen erblickt man unter dem Mikroskop eingestreute schwarze undurchsichtige Partikel.

Der Uranospinit, die dem Kalkuranit entsprechende Arsenverbindung, gestattet weniger genaue Messungen; er bildet Combinationen der Basis (001) oP mit zwei rhombischen Domen (102) $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ und (012) $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, deren Neigung gegen erstere indess so nahe gleich ist, dass sie durch Messung nicht unterschieden werden können; es ergab sich im Mittel für beide:

$$(102)\ (001) = (012)\ (001) = 55^\circ\ 32'.$$

Daraus würde sich berechnen

$$(101)\ (001) = (011)\ (001) = 71^\circ\ 3'$$

und:

$$a : b : c = 1\ (\text{ungefähr}) : 1 : 2{,}9123.$$

Es werden noch als seltenere Flächen ein steileres Doma r ($r : c = 71\frac{1}{2}^\circ$ c., also offenbar das primäre) und ein flacheres q ($q : c = 17^\circ$ c.) aufgeführt, aber nicht angegeben, welcher Axe dieselben parallel gehen [was vielleicht, falls optische Axen durch die Spaltungsfläche sichtbar sein sollten, nach deren Ebene hätte bestimmt werden können. — D. Ref.].

Spaltb. (001) höchst vollk., (010) und (100) deutlich.

Regelmässige Verwachsung der Zeunerit- und Uranospinit-Krystalle findet in der Weise statt, dass bei parallelen basischen Endflächen die Pyramiden des ersteren mit den Domen des letzteren azimuthal gleich orientirt, also die Axen $a\ a\ c$ des einen $\parallel$ $a\ b\ c$ des anderen sind.

III. Uranocircit.

Das zu Bergen bei Falkenstein im sächsischen Voigtland auf Quarzgängen, welche, über 2 Centim. mächtig, im Granit aufsetzen, und denen Schwerspathgänge von etwa doppelter Mächtigkeit parallel gehen, vorkommende und bisher stets für Kalkuranit gehaltene Mineral ergab sich als ein neues, ein Baryturanit von der Formel

$$Ba\ U_4\ P_2\ O_{12} + 8\ H_2O.$$

*) Diese spitze Pyramide ist, wie es auch schon von Seiten anderer Autoren geschah, als zweiter Ordnung betrachtet worden wegen der Analogie mit den rhombischen Uraniten.

Hr. Winkler fand bei der Analyse desselben:

	beobachtet:*)	berechnet:
BaO	14,57	15,07
U_2O_3	56,86	56,75
O_2O_5	15,06	14,00
H^2O	13,99	14,18
	100,48	100,00

Das Mineral ist rhombisch und entspricht also dem Kalkuranit in der Krystallform. Spaltb. (001) höchst vollk., (010) und (100) deutlich. Opt. Axenwinkel 15—20°, 1. Mittell. Axe c. Spec. Gew. 3,53, also erheblich grösser, als Kalkuranit.

IV. Bismutosphärit (Werner's Arsenikwismuth).

Das Werner'sche Arsenikwismuth, dessen äussere Eigenschaften Breithaupt 1817 beschrieb, ist von Frenzel (Leonh. u. Gein., Jahrb. f. Min. 1873, S. 793) als identisch mit dem von ihm neu aufgestellten Mineral Agricolit**) angesprochen worden. Die deshalb untersuchten Werner'schen Originalstücke ergaben jedoch, dass es nicht Agricolit, sondern ein neues Mineral von ganz anderer chemischer Zusammensetzung sei, für welches der Name »Bismutosphärit« vorgeschlagen wird. Dasselbe kam auf Adam Heber Fdgr. zu Neustädtel bei Schneeberg vor, bildet matte braune, oft ein Wismuthkorn umschliessende Kugeln bis über Erbsengrösse, von concentrisch krummschaliger, im Kleinen sternförmig feinfasriger Struktur, die mit Quarz auf Braunspath aufsitzen, in welchem Wismuth und Speiskobalt eingesprengt sind. Die Farbe wechselt zwischen hellgelb und schwarzbraun, oft innerhalb derselben Kugel. Härte 3, spec. Gew. 7,30. Die chemische Zusammensetzung ist nach der Analyse von Winkler:

	Bi_2CO_5, gefunden:	berechnet:
Bi_2O_3	88,58	91,34
CO_2	8,97	8,66
Quarz	0,28	—
	97,83	100,00

V. Roselith.

Wegen der Differenzen, welche die früheren Analysen dieses Minerals, von Winkler und Schrauf, zeigen, führte Ersterer mit reinstem Material noch zwei Analysen (*a*, *b*) aus, welche zu der Formel

$$(Ca, Co, Mg)_3 As_2 O_8 + 2 H_2 O$$

führten, welche, wenn man für *Ca* : *Co* : *Mg* das annähernd gefundene Verhältniss 10 : 3 : 2 annimmt, die unter *c* stehenden Zahlen erfordert.

---

*) Im Original befindet sich ein Druckfehler, da dort die Summe zu 99,88 angegeben ist. D. Ref.

**) Der Verf. bezeichnet diesen irrthümlich als ein »problematisches« Mineral. Der Agricolit ist ein monosymmetrisch krystallisirendes Silikat von der gleichen chemischen Zusammensetzung, wie der Eulytin, $Bi_4Si_3O_{12}$, welches zu Johanngeorgenstadt neben dem letzteren auf Quarz und Wismuth in kugeligen, innen radialfasrigen, nach aussen in kleine Krystallspitzen endigenden Aggregaten vorkommt. Die grosse Aehnlichkeit, welche der Agricolit von Johanngeorgenstadt mit dem »Arsenwismuth« von Schneeberg, wie ihn Breithaupt beschrieb, in den äussern Eigenschaften besitzt, hatte Frenzel veranlasst, beide für identisch zu erklären. D. Ref.

	a	b	c
CaO	24,93	25,17	25,51
CoO	10,56	10,03	10,25
MgO	3,95	4,22	3,65
As_2O_5	52,93	52,41	52,39
H_2O	8,35	8,22	8,20
	100,72	100,05	100,00.

VI. Kobaltspath.

Während die Verbindung $CoCO_3$ bisher nur in isomorpher Mischung, in kobalthaltigen Kalkspäthen (Schneeberg, Richelsdorf, Kupfersuhl bei Eisenach, Saalfeld) oder Dolomiten (Pzibram) bekannt war, hat der Verf. dieselbe fast rein in sparsamen kleinen kugeligen Massen, äusserlich schwarz sammtartig, innen erythrinroth, in Gesellschaft des Roselith (neuen Vorkommens) von Schneeberg gefunden. Spec. Gew. 4,13, Härte 4. Strich pfirsichblüthroth. Die Kügelchen sind innen stänglich und zugleich krummschaalig und lassen unter dem Mikroskop Flächen eines Rhomboëders und der Basis erkennen. Die Zusammensetzung fand Winkler:

CoO	58,86
CaO	1,80
Fe_2O_3	3,41
CO_2	34,65
H_2O	1,22
	99,94.

Zieht man die Beimengung von Eisenoxydhydrat ab und rechnet Co als isomorph vertreten durch Ca, so erhält man

		berechnet:
CoO	64,25	63,06
CO_2	35,75	36,94

Letzteres berechnet nach der Formel $CoCO_3$.

Ref. P. Groth.

18. J. Gamper (in Wien): **Mineralogische Notizen.** (Verh. geol. Reichsanstalt 1876, No. 15.)

1. Neue Thonerdesilikate von Steinbrück. Neuerdings kamen am erwähnten Orte zwei Mineralien vor, welche dem Beauxit nahe stehen: Halloisit von der Farbe des Milchopals und honiggelber Allophan. Ihre Zusammensetzung ist:

	Halloisit:	Allophan:
SiO_2	40.7	24.2
Al_2O_3	38.4	29.1
CaO	0.6	3.1
MgO	1.5	Spur
Glühverlust	18.0	42.9
	99.2	99.3.

2. Arsenopyritzwillinge von Joachimsthal. Im verflossenen November ist an der betreffenden Localität das genannte Mineral in einer sandiglettigen Gangausfüllung aufgefunden worden. Die Krystalle, von der Combination

110, 018 (neu), 001 und sehr klein 101, sind Durchwachsungszwillinge, welche der Verfasser für solche nach einem neuen Gesetze: 103 ansieht. Aus seinen eigenen Messungen geht es jedoch hervor, dass wir hier mit dem altbekannten Gesetze — Zwillingsebene 101 — zu thun haben, denn legen wir der Rechnung die gemessenen Winkel von 110 und 018 zu Grunde, so folgt:

	Gem. Gamp.	ber. f. 103.	ber. f. 101.
110 : 1$\bar{1}$0	68 36		
018 : 018	16 40		
001 : $\underline{001}$	60 48	59 35½	60 24½
110 : $\overline{\bar{1}10}$	90 45	91 45	90 50
110 : $\underline{110}$	49 22	48 22	49 7.

An Krystallen desselben Vorkommens angestellte Controlmessungen des Ref. sprechen ebenfalls für die Zwillingsbildung nach 101.

Ref.: A. Arzruni.

19. **V. von Möller** (in St. Petersburg): **Ueber die Phosphorite des Gouvernement Nishnij-Nówgorod.** (Verhandl. der Kais. russ. Mineralog. Gesellsch. St. Petersburg. 2. Ser. Bd. 12, S. 61.) Dem Verfasser sind bei seinen geologischen Aufnahmen des genannten Gebietes an verschiedenen Stellen unregelmässige Concretionen aufgefallen, welche in schwarzen und grauen Schieferthonen der Juraformation auftreten. Dieselben, äusserlich von hellgrauer Farbe, sind im Bruche dunkelbraun. Die von den Orten Potschinki und Lukojánow herstammenden Concretionen wurden analysirt und lieferten folgende Resultate:

		Potsch.	Luk.
In HCl unlösl. Theil		3.88	2.66*)
	H_2O und organ. Subst.	5.57	5.08
in HCl lösl. Theil.	CO_2	7.40	7.60
	P_2O_5	28.01	28.34
	SO_3	1.75	1.95
	Fe_2O_3 und Al_2O_3	2.00	1.50
	CaO	47.21	48.00
	MgO	2.00	2.10
	Alkalien (aus d. Verluste)	2.18	1.77
		100.00.	

Ausserdem wurde ein eisenschüssiger Sandstein von dem Flusse Pjána, aus der Nähe des Dorfes Sswirínaja, analysirt und ergab 10.79% Phosphorsäure, wovon blos 4.22% mit Kalk verbunden sind, während die übrige Menge wohl an Eisenoxyd und Thonerde gebunden ist. Die Phosphorite, welche von A. S. Jermolow (Recherches sur les gisements de phosphate de chaux fossile en Russie, 1873) zuerst im Districte Ssergatsch des Gouvernement Nishnij-Nówgorod aufgefunden worden sind, scheinen demnach eine grössere Verbreitung zu besitzen. Sie treten manchmal auch als Versteinerungsmittel (Ammoniten, Zweischaler) auf.

Ref.: A. Arzruni.

*) Die beiden Analysen stimmen sonst so gut überein, dass hier wohl ein Druckfehler anzunehmen ist: es soll wahrscheinlich 3.66 heissen, in welchem Falle die Summe in der That 100 liefern würde. D. Ref.

20. P. v. Jeremëjew (in St. Petersburg): **Ueber Beryll und Hessonit aus Chiwa.** (Verhandl. d. Kais. russ. Mineral. Gesellsch. St. Petersburg. 2. Ser. Bd. 12, S. 277.) Die graugrünen Beryllkrystalle von Scheich-Dsheli, welche eine Länge von 2 Zoll auf $1^1/_2$ Zoll Breite erreichen, kommen im Schriftgranit (bestehend aus grauweissem Orthoklas, weissem 2-axigem Glimmer und grauem Quarz) vor; an den Rändern durchsichtig, sind sie nach der Mitte zu trübe durch zahlreiche, parallel der Hauptaxe laufende mikroskopische hexagonale Höhlungen, in denen manchmal auch eine Flüssigkeit eingeschlossen ist. Der Kalkthongranat (Hessonit) tritt in 0,25—0,75 Cm. grossen Krystallen auf, von der Combination 211, 110, 321, 120. Die ersterwähnte Form ist gestreift nach den Kanten mit 110; die übrigen sind glatt und glänzend.

Derselbe: Ueber gediegen Kupfer aus dem Altai'schen Bergrevier (a. a. O. S. 281). Die aus den Gruben Belóussow, Lóktew, Syrjánow herstammenden Krystalle zeichnen sich durch das Auftreten seltener und neuer Formen aus. Zu den ersteren gehört der von G. Rose (Reise, Bd. I, S. 401, Bd. II, S. 453) an den Krystallen der Turjin'schen Gruben, im Ural, beobachtete Pyramidenwürfel 520. Die an den Krystallen von Syrjánow auftretende Form 310 ist nicht nur für gediegen Kupfer neu, sondern, mit Ausnahme des Amalgams, bis jetzt noch an keinem der regulären gediegenen Metalle beobachtet worden.

Derselbe: Neue Vorkommnisse von Ilmenorutil und Zirkon (a. a. O. S. 284). Das erste Mineral vom Bergingenieur Muschketow im Ilmengebirge am Wschiwoi-See (3 Werst vom Ilmen-See), in der alten Topas-Phenakit-Grube aufgefunden, zeigt zwei neue Formen: 110 und 221. — Der Zirkon von den Smaragdgruben am Ufer des Takowája-Flusses im Ural herstammend, in einem grobkörnigen Feldspath eingewachsen, von dunklem Glimmer begleitet, zeigt die Combination: 111, 110, 100, 131. Mit diesem Zirkon kommen ferner Smaragd, Chrysoberyll, Phenakit, Apatit u. a. Mineralien vor.

Derselbe: Monazitkrystalle aus dem Ilmengebirge (a. a. O. S. 287). Einer der Krystalle, von 1,25 Cm. Länge und 1 Cm. Dicke, ist in einem Granit eingewachsen, welcher von dem bekannten Monazit führenden (Kokscharow. Mat. z. Mineralogie Russlands IV, S. 5—53) sehr abweichend ist. Er zeigte die Combination: 100, 010, 110, $\bar{1}01$, 011, 001. Letztere, am Monazit am Ilmengebirge noch nicht beobachtete Form gab folgende Winkelwerthe:

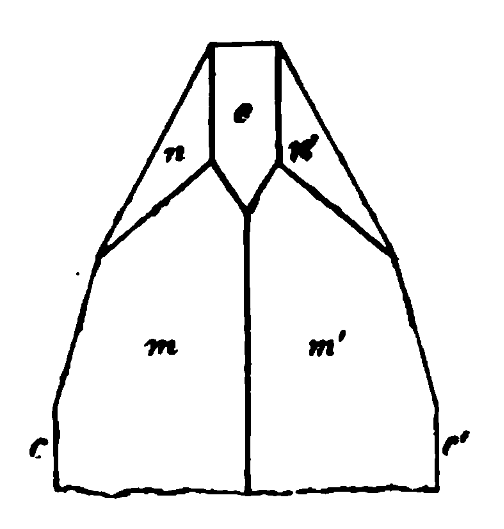
	Gemessen:	Koksch. berechnet:
(001) ($\bar{1}01$)	50° 19′	50° $0'^1/_2$
(001) (100)	76 17	76 14.

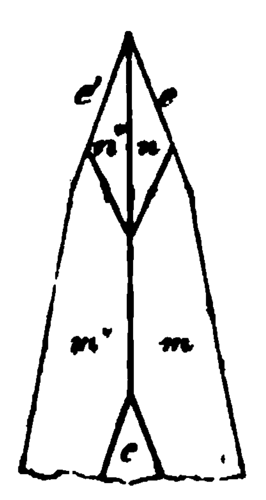
Ein andrer Krystall zeigte eine an Krystallen vom Ilmengebirge noch nicht gekannte Zwillingsverwachsung nach 001.

Ref.: A. Arzruni.

21. Arcangelo Scacchi (in Neapel): **Ueber zwei neue Mineralien vom Vesuv.** (Della Cuspidina e del Neocrisolito, nuovi minerali Vesuviani. Rendiconto R. Accad. Napoli, Ottobre 1876.) Das vom Verfasser schon vor langer Zeit wegen seiner spiessförmigen Krystalle mit dem Namen Cuspidin belegte Mineral besteht wesentlich aus Kieselsäure, Calcium, Fluor und wechselnden Mengen Kohlensäure, welche letztere offenbar nach der Bildung der Krystalle hin-

zugekommen ist und die ursprüngliche Zusammensetzung alterirt hat. Die Analyse giebt als wahrscheinliche Zusammensetzung für das noch nicht umgewandelte Mineral die Formel $2\,CaO,\ SiO_2$, in welcher ungefähr ein Drittel des Kalkes durch $CaFl_2$ ersetzt ist. Die Gestalt der Krystalle*) ist gebildet von zwei rhombischen Pyramiden $n = (111)$ und $m = (432)$, der prismatischen Form $e = 101$ und dem Pinakoid $c = 010$.





$*n : n'$ =	67° 52'
$*n : n''$ =	102 10
$n' : n''$ =	146 30
$e : e'$ =	139 22
$m : m'$ =	55 46
$m : m''$ =	120 44
$m' : m''$ =	161 30

$a : b : c = 0{,}7173 : 1 : 1{,}9376.$

Diese scheinbar rhombischen Gestalten sind möglicherweise monosymmetrische Zwillinge, da beim Spalten an der Spitze des Krystalls ein einspringender Winkel von 188° 42' entstand. (Die Lage der Spaltflächen ist vom Verfasser nicht näher angegeben.) Blass-rosenrothe Farbe; Härte = 5—6; spec. Gew. = 2,853—2,860. Vor dem Löthrohre schwer schmelzbar zu einem Glase. Leicht löslich in verdünnten Säuren, auch in Essigsäure, im letzteren Falle unter Zurücklassung von $CaFl_2$.

In den Höhlungen der vesuvischen Lava vom Jahre 1631 an der sogen. Cupa di Sabataniello finden sich, neben Sodalith und Orthoklas, kleine, längliche, schwarze Krystallblättchen, an welchen zwei rhombische Zonen, mit denen des Olivins übereinstimmend, gemessen wurden. Die Analyse ergab bedeutende Mengen Eisen- und Mangan-Oxydul, welche den grössten Theil der Magnesia ersetzen. Trotz der krystallographischen Uebereinstimmung mit dem Olivin schlägt Verf. vor, diese Mangan-Varietät unter dem besonderen Namen Neochrysolith von demselben zu unterscheiden.

Ref.: A. Arzruni.

22. Giorgio Spezia (in Turin): **Ueber die Farbe des Zirkons** (Sul colore del zircone. Atti R. Accad. Torino. vol. XII, Novembre 1876). Bekanntlich enthalten die meisten Zirkone Eisen, es war daher vorauszusehen, dass das Dunklerwerden des Minerals in der Oxydation des Eisenoxyduls seinen Grund hat. Der Verfasser hat nun darüber zahlreiche Versuche angestellt und es gelang ihm in der That, nach Belieben Zirkonkrystalle dunkler zu färben oder fast gänzlich zu entfärben, je nachdem er dieselben bald in der Oxydations-, bald in der Reductions-Flamme erwärmte. Viel rascher erfolgten die Farbenänderungen bei Anwendung eines Sauerstoff-, resp. Kohlensäure-Stromes. Hiermit ist also bewiesen, dass die Farbe des Zirkons nicht von organischen Substanzen und ihre Aenderung nicht von dem Grade der Temperatur, welcher das Mineral unterworfen wird, bedingt ist, wie von Manchen behauptet wurde. Verfasser studirte auch die Erscheinung der Phosphorescenz beim Zirkon und kam zum Schlusse, dass dieselbe nicht, wie beim Gadolinit, mit der Farbe im Zusammenhange steht.

---

*) Hierüber sind ausführlichere Angaben, als die in der Originalarbeit enthaltenen, einer Privatmittheilung des Verfassers entnommen. D. Ref.

Im letzteren nämlich ist die Erscheinung blos in denjenigen Partien wahrnehmbar, welche bis Hellgrün entfärbt worden sind.) Die gleichen Versuche wurden auch am Vesuvian von Mussaalp angestellt und lieferten dieselben Resultate, wie am Zirkon.

Ref.: A. Arzruni.

23. Q. Sella (in Rom): **Ueber das Vorkommen von Realgar und Auripigment in der römischen Provinz** (Sulla esistenza del Realgar e dell' Oprimento nei monti di Santa Severa, provincia di Roma. R. Acc. dei Lincei Vol. 1°. Ser. 3ª Transunti). Herr Tommaso Tittoni fand neuerdings im trachytischen Gebiete von Tolfa, ONO. von Civitavecchia (dessen eocäne Kalke bekanntlich ausser Eisenglanz, welcher abgebaut wird, auch Bleiglanz, Eisenkies, Zinkblende und Zinnober führen), auf den Thonschichten, welche sich als jüngere Bildung an die Tolfa-Berge angelagert haben, einen gerollten Block, dessen äussere Gestalt seine nahe Herkunft documentirt. Derselbe, wesentlich aus glimmerführendem Sandstein mit kalkigem Bindemittel bestehend, ist von Kalkspath-Adern durchzogen, in welchen ausser Krystallen von Kalkspath, von der Form $(32\bar{1}1) = R3$, $(10\bar{1}1) = R$, $(0001) = oR$, auch solche von Realgar, von der Combination $(110) = \infty P$, $(120) = \infty \mathit{P}2$, $(010) = \infty \mathit{P}\infty$, vorkommen. Die Form des letzteren wurde aus den scharfen Abdrücken, welche das Mineral im umgebenden Kalkspath zurückgelassen hat, ermittelt. Auch im Realgar selbst ist Kalkspath eingeschlossen. An der Oberfläche und an den Contactstellen mit dem Kalkspath besitzt das Realgar nicht die charakteristische rothe Farbe, sondern eine orangegelbe bis gelbgrüne und eine radialfaserige Struktur — offenbar eine Umwandlung in Auripigment. In Italien kommen sonst die Schwefelarsen-Verbindungen blos in Laven und Solfataren und in den älteren Formationen des Piemontesischen (bei Mondovi) vor.

Ref.: A. Arzruni.

24. G. Uzielli (in Rom): **Ueber den Mancinit** (Sopra la Mancinite. Transunti R. Accad. d. Lincei. Vol. 1°. Ser. 3ª. Seduta del 4 marzo). Aus der Notiz stellt sich heraus, dass weder der für das Mineral angenommene Fundort (Hügel Mancino, unweit Livorno) richtig ist, noch ist die chemische Zusammensetzung als Zinktrisilikat (Jacquot. Ann. d. mines [3], t. XIX. 703) unzweifelhaft festgestellt.

Ref.: A. Arzruni.

25. Derselbe: Ueber den Titanit und den Apatit von Lama dello Spedalaccio (Sopra la titanite e l'apatite della Lama dello Spedalaccio. Memorie R. Accad. d. Lincei. Vol. 1°. Ser. 3ª. Seduta del 4 marzo). In dem Glimmerschiefer der erwähnten Localität fand Verf. ausser den bereits früher beobachteten Mineralien (Eisenglanz, Talk, Glimmer, Epidot, Granat, Schwefel, Kupferlasur, Malachit, Serpentin, Ripidolith, Covellin und Eisenkies) noch Albit in undeutlichen, keine Messung zulassenden Krystallen, Titanit und Apatit. — Am Titanit sind die Formen 112, 001, 102, 100 beobachtet worden. Der einzige Winkel, welcher gemessen werden konnte (001) (102), ergab 20° 16′, statt Des Cloizeaux' 21° und Marignac's 20° 20′. Südlich von den Alpen ist der Titanit bekannt am Monte Somma, vom Latium-Gebirge, von den Trachyten des Corte

del Re und im Granit der Inseln Giglio und Elba. Ueber sein Auftreten in geschichteten Gesteinen dagegen ist blos das von v. Rath beschriebene Vorkommen auf Elba bekannt. — Der Apatit tritt hier in so winzigen Krystallen auf, dass es blos an einem gelang, Messungen auszuführen. Circa $\frac{1}{2}$ Mm. gross, von weisser Farbe, zeigte der Krystall die Formen 0001, $10\bar{1}0$, $11\bar{2}0$, $11\bar{2}1$, $10\bar{1}1$, $11\bar{2}2$. Die beiden letzten Flächen wurden unter dem Mikroskop, vermittelst des kleinen Goniometers des Soleil'schen Polarisationsinstrumentes gemessen:

	Gemessen:	Berechnet:
(0001) $(\bar{1}2\bar{1}1)$	56° 15′	55° 40′
(0001) $(01\bar{1}0)$	89 56½	90
(0001) $(10\bar{1}1)$	36	36 13
(0001) $(2\bar{1}\bar{1}2)$	38 23	40 13
$(01\bar{1}0)$ $(11\bar{2}0)$	30 30	30
$(01\bar{1}0)$ $(10\bar{1}0)$	60 5½	60
$(10\bar{1}0)$ $(2\bar{1}\bar{1}0)$	29 35 20″	30
$(2\bar{1}\bar{1}0)$ $(1\bar{1}00)$	30 53 36	30.

Die ungenügende Uebereinstimmung der gemessenen und berechneten Werthe hängt wohl ab von der unregelmässigen Ausbildung des Krystalls, welcher parallele Fortwachsung zeigte, oder von abweichendem *Cl*-Gehalte, welcher, wie bekannt, von Einfluss auf die Grösse der Winkel ist. — Dass aber in diesem Apatite geringe Mengen von Chlor oder Fluor sind, glaubt Verf. aus dem Nichtauftreten trapezoëdrischer Flächen an dem mit ihm zusammen vorkommenden Quarze zu schliessen. Andere Vorkommnisse von Apatit in Italien sind: in Corbassera und Testa Ciarva (Valle di Ala), am Monte Acuto, bei Traversella, im Granit von Baveno, in der Grube von Bottino, im Granit von Elba und in den erratischen Blöcken Latiums und des Monte Somma. Verf. macht schliesslich aufmerksam auf die Analogie im Zusammenvorkommen von Mineralien an der Lama dello Spedalaccio und einigen Localitäten in den Alpen, wie z. B. im Val Maggia.

Ref.: A. Arzruni.

26. Derselbe: Ueber Lösungsstreifen am Kalium-Chrom-Alaun (Sulle strie di dissoluzione dell' Allume potassico di Cromo. Transunti R. Accad. dei Lincei, seduta d. 18 marzo). Die Krystalle, an welchen vorherrschend das Oktaëder und untergeordnet der Würfel und das Rhombendodekaëder auftraten, wurden bei einer Temperatur zwischen 2—15° C. gezogen, wobei die Hexaëder- und Rhombendodekaëder-Flächen die Neigung zeigten, beim Fortwachsen des Krystalls durch die stärker sich entwickelnden Oktaëderflächen zurückgedrängt zu werden und endlich ganz zu verschwinden. Bei sinkender Temperatur setzten sich auf die grossen Krystalle immer kleinere, meistens in unregelmässiger Stellung, an. Dieselben wurden jedesmal weggeschnitten, worauf die verletzte Fläche sehr bald wieder ausheilte. Diese kleineren Kryställchen setzen sich aber um so seltner auf den grösseren Krystallen an, je grösser diese letzteren werden. Das Wegschneiden des einen Krystalls wird zwecklos, wenn die beiden zusammengewachsenen nahezu gleicher Grösse sind — in diesem Falle wächst nämlich der amputirte Krystall wieder auf. Verf. bestätigt die bereits von Marbach gemachte Beobachtung, dass durch nahezu richtiges Anschneiden von Würfel- resp. Rhombendodekaëder-Flächen, dieselben beim Fortwachsen des Krystalls bestehen bleiben und zwar entsteht eine Würfelfläche leichter, als eine des Rhombendodekaëders; im Gegensatze aber zu der von Pasteur ausgesprochenen Meinung

über die Unabhängigkeit der entsprechenden Theile eines Krystalls (Ann. chim. phys. [3], XLIX) beobachtete Verf., dass wenn eine solche annähernde Fläche an einer Stelle des Krystalls angeschnitten wird und als Krystallfläche fortwächst, auch die ihr entsprechenden anderen Flächen derselben Gestalt an den entsprechenden Partien des Krystalls auftreten. G. Uzielli geht dann näher auf die Erscheinungen ein, welche sich bei der Deformation des Alauns zeigen, wenn der Krystall in eine ungesättigte Lösung hineingebracht wird. Dieselben sind zweierlei Art: 1) Aetzfiguren, welche auf allen Oktaëderflächen erscheinen und deren Umrisse in Bezug auf diejenigen der Oktaëderflächen entgegengesetzt orientirt sind; 2) Streifen, welche folgendermassen entstehen: ist der Krystall in der Lösung auf eine Oktaëderfläche gelegt worden, so erscheinen die Streifen auf den drei anliegenden, mit der ersten stumpfe Winkel bildenden, Oktaëderflächen und stehen senkrecht auf ihren Combinationskanten; beim Auflegen des Krystalls auf eine Würfelfläche treten die Streifen auf den vier anliegenden Oktaëderflächen auf und stehen wiederum senkrecht auf den Combinationskanten der beiden Formen; ruht der Krystall auf einer Rhombendodekaëder-Fläche, so sind die entstehenden Streifen viel zarter, treten aber immer nur auf den beiden, der Rhombendodekaëder-Fläche benachbarten Oktaëderflächen auf und zwar auch normal zu den Combinationskanten der beiden Gestalten; ist endlich die Fläche, auf welche der Krystall aufgelegt wird, eine künstliche, zu dem Oktaëder, Würfel und Rhombendodekaëder schief gelegene, so sind die Streifen, welche auch hier nur an den benachbarten Flächen sichtbar sind, zwar weniger regelmässig, streben aber offenbar, auch die zu den Kanten senkrechte Richtung anzunehmen. Beim Umlegen des Krystalls auf eine andere Fläche treten neue Streifen, in der beschriebenen Weise, auf, unabhängig von den bereits gebildeten. Die Aetzfiguren stehen in keinem Zusammenhange mit den Lösungsstreifen, welche aus sehr feinen Erhöhungen, zwischen denen ebene Vertiefungen liegen, bestehen. Verf. beobachtete ferner, dass das Auftreten der Streifen nicht wesentlich modificirt wird, wenn zu den ungesättigten wässerigen Kaliumchrom-Alaun-Lösungen, in denen sich die Krystalle befanden, andere Substanzen zugesetzt wurden, wie Schwefel-, Salpeter-, Phosphor-, Bor-, Oxal-, Salz-Säure oder Glycerin. Bei Anwendung von Lösungen verschiedener Sättigungsstufen wurde zwar das Auftreten von Streifen um so früher beobachtet, je verdünnter die Lösung war, ihr Auftreten selbst war aber wesentlich abhängig von der Dauer, während welcher der Krystall sich in der Lösung befand.

Ref.: A. Arzruni.

27. Orazio Silvestri (in Turin): **Ueber das Vorkommen von Paraffin in einer Lava des Aetna.** (Supra alcune paraffine ed altri carburi d'idrogeno omologhi, che trovansi contenuti in una lava dell' Etna. Gazz. Chimica Italiana, 1877, p. 1.) In der basaltischen Zone, welche vom Fusse des Aetna sich nach SSO erstreckt, befindet sich beim Orte Paternò eine vorgeschichtliche, olivinhaltige doleritische Lava, welche die Thonablagerungen eines, Salinella di Paternò genannten Schlammvulcanes umgiebt. Unter dem Mikroskop zeigt die Lava eine augitische Grundmasse mit vielen weissen durchsichtigen Labradoritkrystallen und eingestreutem Olivin. Die Lava enthält zahlreiche rundliche oder unregelmässige Höhlungen von 1—4 Mm. im Durchmesser, welche mit Aragonit ausgefüllt sind und Naphta einschliessen. Das Erdöl, welches beiläufig 1% des Gesammtgewichtes des Gesteins beträgt, wurde aus einem Drusenraum bei 21° C. ge-

schöpft; es wird bei abnehmender Temperatur dichter und bei + 17° breiig-fest und besitzt im durchfallenden Lichte eine gelbgrüne Farbe, welche bei auffallendem Lichte hellgrün-opalisirend erscheint; sein spec. Gew. bei 20° ist 0,9475. Das Oel, welches sich aus der Lava mit Aether ausziehen lässt, scheidet bei der Abkühlung Kohlenwasserstoff-Verbindungen von der Zusammensetzung des Paraffins ab; eine geringere Portion derselben festen Verbindung wurde gewonnen durch Abpressen der öligen Masse. Beim Abdestilliren des Aethers bleiben eine bei + 8° krystallisirbare Substanz (Paraffin) und ein Oel zurück — in beiden ist Schwefel enthalten und zwar in der festen Portion bildet er monosymmetrische Krystalle, während die aus dem Oel sich absetzenden (bei mehrtägigem Stehenlassen desselben) rhombische Formen zeigen. Durch Fractionirung des Oeles wurden verschiedene Kohlenwasserstoffe, sämmtlich der Reihe $C_n H_{2n+2}$ angehörend, erhalten. Auf diesem Wege wurde ermittelt, dass das Erdöl aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzt ist:

Kohlenwasserstoffe: flüssig, Siedep. 79—280°	17,97 %
- - erstarren unter 0°, Siedep. 280—400°	31,95
Paraffin; Schmp. 52—57°	42,79
Asphalt (12% Asche zurücklassend)	2,90
Schwefel	4,39
	100,00.

Ref.: A. Arzruni.

28. **G. Wyrouboff** (in Paris): **Ueber zwei neue Ferricyan-Verbindungen und Schwefelcyan-Platin-Kalium.** (Note sur la composition et les formes cristallines de deux nouveaux ferricyanures et d'un sulfocyanoplatinate de potassium. Ann. chim. et phys. [5]. X. 1877.) Ferricyanbleikalium. $(Cy^6 Fe)^2 Pb^2 K^2, 3 H^2 O$. Wird Bleinitrat und Ferricyankalium zu gleichen Theilen in der Wärme aufgelöst, so bilden sich beim Erkalten zuerst Krystalle von $(Cy^6 Fe)^2 Pb^3, 16 H^2 O$; bei weiterem Eindampfen der zurückbleibenden Mutterlauge setzen sich schliesslich Krystalle ab, deren Zusammensetzung, wie die Analyse zeigt, $(Cy^6 Fe)^2 Pb^2 K^2, 3 H^2 O$ ist. Dieselben sind von dunkelrother Farbe und nur in dünnen Lamellen durchsichtig. Leicht löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol und aus wässeriger Lösung durch denselben fällbar, zersetzen sie sich an der Luft, verlieren bei 110° ihr ganzes Wasser und geben bei noch höherer Temperatur auch einen Theil des Cyans ab. Ihre wässerige Lösung zersetzt sich an der Luft, unter Abscheidung von $Pb CO_3$.

Krystallsystem — rhombisch:

$$a : b : c = 0,5812 : 1 : 0,5410.$$

Beobachtete Formen: $(110) = \infty P$, $(010) = \infty P\breve{\infty}$, $(001) = oP$, $(111) = P$, $(221) = 2P$, $(021) = 2P\breve{\infty}$, $(041) = 4P\breve{\infty}$, $(230) = \infty P\breve{\frac{3}{2}}$.

	Gemessen:	Berechnet:
(110) (010)	*59° 50′	—
(111) (001)	*47 7	—
(221) (001)	65 10	65° 6′
(041) (001)	65 20	65 12
(230) (010)	47 12 approx.	48 55.

Die Krystalle besitzen einen hexagonalen Habitus. Keine Spaltbarkeit.

Zwillinge nach (010)*). Durch eine Platte nach (001) der schwarze Balken zweiaxiger Krystalle parallel der Axe b sichtbar**).

Ferricyancadmium-Ammoniak. $(Cy^6Fe)^2Cd^3$, $3(NH^4)^2O$. Diese Verbindung entsteht, wenn $(Cy^6Fe)^2Cd^3$ im Ueberschuss von Ammoniak aufgelöst wird, und bildet rothe Krystalle. Wird dagegen weniger Ammoniak angewandt, so entstehen kleine gelbe Blättchen von der Zusammensetzung $(Cy^6Fe)^2Cd^3$, $2(NH^4)^2O$, welche auch durch Erwärmen der ersten Verbindung auf 110° sich bilden. Diese letztere Verbindung giebt endlich durch Erwärmen mit Wasser ein amorphes weisses Pulver von der Zusammensetzung $(Cy^6Fe)^2Cd^3(NH^4)^2$, $(NH^4)^2O$, welches auch durch Behandlung von Ferricyancadmium mit Schwefelammonium erhalten wird. Die rothen Krystalle gehören dem monosymmetrischen Krystallsysteme an

$$a : b : c = 1,6233 : 1 : 2,0170,$$
$$\beta = 85^0\ 22'.$$

Beobachtete Formen: (110) $= \infty P$, (001) $= oP$, (101) $= -P\infty$, ($\bar{1}$01) $= +P\infty$, (263) $= 2P3$.

	Gemessen:	Berechnet:
(110) ($\bar{1}$10)	*63° 24'	—
(110) (001)	*87 40	—
($\bar{1}$01) (001)	*54	—
(101) (001)	48 17	48° 44'
(263) (110)	40 20 approx.	41 13.

An den gelben Blättchen sind blos die ebenen Winkel der Tafelfläche unter dem Mikroskop gemessen worden.

Schwefelcyan-Platin-Kalium: $(CyS)^6PtK^2$, $2H^2O$. Dargestellt durch Einwirkung von $PtCl_4$ auf eine 10procentige Lösung von Schwefelcyankalium. Die Krystalle besitzen eine schöne hellrothe Farbe und verwittern sehr leicht.

Krystallsystem — monosymmetrisch:

$$a : b : c = 0,638 : 1 : 0,979$$
$$\beta = 80^0\ 40'.$$

Beobachtete Formen: (001) $= oP$, (110) $= \infty P$, (11$\bar{1}$) $= +P$, (22$\bar{1}$) $= +2P$, (021) $= 2P\infty$. Nach (110) vollkommene Spaltbarkeit, weniger vollkommen nach (001).

	Gemessen:	Berechnet:
(110) (1$\bar{1}$0)	*65° 35'	—
(110) (001)	*82 15	—
($\bar{1}$11) (001)	*67 55	—
(11$\bar{1}$) (1$\bar{1}\bar{1}$)	61 0	60° 52'
($\bar{2}$21) (001)	81 13	81 10
(021) (0$\bar{2}$1)	127 8	127 12
(021) ($\bar{1}$11)	56 40	56 58.

*) Gehören die Krystalle in der That dem rhombischen Systeme an, so ist eine Zwillingsbildung nach der Fläche (010), welche eine Symmetrieebene ist, unmöglich. D. Ref.

**) Dadurch ist das Krystallsystem nicht bestimmt: — auch im monosymmetrischen System stehen bekanntlich die Auslöschungen auf einer Fläche, welche der Zone der Symmetrieaxe angehört, parallel, resp. senkrecht zu der Richtung dieser Axe. D. Ref.

Keine optische Untersuchung wegen der Zerbrechlichkeit und Undurchsichtigkeit der Krystalle.

Ref.: A. Arzruni.

29. F. Pisani (in Paris): **Chemische Untersuchung des Turnerit.** (Examen chimique de la Turnérite. Comptes rendus Acad. d. sciences, Paris, t. 84, p. 462.) Durch die Arbeit des Herrn Ch. O. Trechmann über denselben Gegenstand (N. Jahrb. 1876, S. 593) angeregt, unterzog Verf. die kleine Menge ($13\frac{1}{2}$ Mgr.) des Minerals, welche ihm zur Verfügung stand, einer neuen annähernden quantitativen Analyse, wobei es ihm hauptsächlich auf die Bestimmung der Phosphorsäure und des Cers ankam, da seiner Meinung nach diese Bestandtheile von Herrn Trechmann angezweifelt worden sind*). Mit Natriumcarbonat geschmolzen und die Schmelze mit Wasser aufgenommen, hinterliess die Substanz einen gelben Rückstand. Die Lösung, mit Salzsäure angesäuert, wurde zur Trockne eingedampft und darauf mit Wasser aufgenommen, ohne Kieselsäure zurückzulassen. Dieser Lösung wurde in der Wärme Ammoniummolybdat zugesetzt und bildete sich ein reichlicher Niederschlag von Ammonium-Phosphormolybdat, welcher, in Ammoniak aufgelöst, durch Zusatz von Magnesia-Mixtur einen Niederschlag von Ammon-Magnesium-Phosphat lieferte. Die Phosphorsäure wurde auch durch die Löthrohr-Reaction nachgewiesen. Der in Wasser unlösliche Rückstand wurde mit conc. Salzsäure gelöst, die Lösung mit Wasser verdünnt und mit Oxalsäure gefällt. Der entstandene Niederschlag, geglüht und gewogen, wurde wieder in Salzsäure aufgelöst und mit conc. Kaliumsulfat-Lösung gefällt. Das Kaliumdoppelsalz wurde wiederum gelöst und nochmals mit Oxalsäure gefällt; nach dem Glühen wurde letzterer Niederschlag mit verdünnter Salpetersäure behandelt, wodurch Lanthan und Didym z. Th. ausgezogen wurden. Das zurückgebliebene Oxyd gab in der Boraxperle die charakteristische Farbe des Cers — dunkelgelb in der Wärme und farblos beim Erkalten. Diese Versuche zeigen zur Genüge, dass der Turnerit wesentlich ein Phosphat der Cermetalle ist. Die Analyse gab:

Phosphorsäure	28,4
Ceroxyd, Lanthanoxyd	68,0
	96,4

Die Menge des Lanthanoxyds ist beiläufig 8,9%. — Der **Monazit** von Rio-Chico (Neu-Granada), welcher von Damour analysirt wurde, gab:

Phosphorsäure	29,1
Ceroxyd, Lanthanoxyd	70,9.

Ein ähnlicher Versuch, mit einem Turneritkrystall von Dauphiné ausgeführt, gab dieselben Reactionen auf Phosphorsäure und Cer. — Herr Trechmann hatte die geglühte Substanz im Glaskölbchen mit Magnesiumdraht erwärmt und soll nachher beim Befeuchten des Rückstandes mit Wasser keinen Geruch nach Phosphorwasserstoff bemerkt haben**). Nach Herrn Pisani ist diese Reaction un-

---

*) Dieses beruht jedoch auf einem Missverständniss, denn Herr Trechmann giebt ausdrücklich an, die früheren Angaben Pisani's »zweifelsohne« bestätigt gefunden zu haben. D. Ref.

**) Herr Trechmann erwähnt ausdrücklich, dass der Geruch nach Phosphorwasserstoff »unverkennbar« war. D. Ref.

genügend. Um das Cer nachzuweisen, wandte Herr Trechmann Borax- und Phosphorsalz-Perlen an und erhielt keine Färbung bei Zusatz von Turnerit*).

Ref.: A. Arzruni.

80. Tanret und Villiers (in Paris): **Krystallform des Inosit** (Compt. rend. 1877, 84, 393). Die Verf. haben aus Nussbaumblättern einen Zucker gewonnen, der die Zusammensetzung

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_2O$$

hat und schöne monosymmetrische Krystalle von dem spec. Gew. 1,54 (bei 10⁰) bildet; letztere zeigen die Flächen: b (010) $\infty P\infty$, p (110) ∞P, c (001) oP, r' ($\bar{1}01$) $+ P\infty$, ω' ($\bar{2}14$) $+ \frac{1}{2}P2$, und hatten das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1,0950 : 1 : 1,5500$$
$$\beta = 68^0\ 20'.$$

Die Verf. halten diese Substanz für möglicherweise verschieden von dem gleich zusammengesetzten Inosit und geben ihr provisorisch den Namen »Nucit«, weil Cloëtta die Krystallform des Inosit rhombisch, mit einem Prismenwinkel von $41^0\ 8'$, und für dessen Krystalle ein abweichendes spec. Gew. fand.

[Hiergegen ist zunächst zu bemerken, dass bei den von Cloëtta untersuchten Krystallen wahrscheinlich die hier untergeordnete prismatische Form ω' ($\bar{2}14$) vorherrschte, für welche T. u. V. $40^0\ 30'$ fanden, und dass die Bestimmung des Krystallsystems durch jenen Autor wahrscheinlich, wie so viele, ohne optische Untersuchung angestellte Krystallbestimmungen, falsch ist. Ausserdem aber scheint den Verf. unbekannt zu sein, dass der Inosit bereits 1868 Gegenstand einer vollständigen krystallographischen Untersuchung von Seiten V. von Zepharovich's (Sitz.-Ber. d. Akad. d. W. Wien, 58 [II], 121) gewesen ist, mit deren Resultaten diejenigen von T. u. V. vollkommen übereinstimmen, wie folgende Uebersicht der Winkel zeigt:

A) v. Zepharovich's Werthe, berechnet aus dem Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1,0872 : 1 : 1,5602$$
$$\beta = 68^0\ 21',$$

B) beobachtete,

C) berechnete Werthe von Tanret u. Villiers:

	A	*B*	*C*
(110) (1$\bar{1}$0)	90⁰ 36′	91⁰	—
(110) (001)	74 58	75	—
($\bar{1}$01) (001)	70 34	70⁰ 3′	—
($\bar{1}$01) ($\bar{1}$10)	57 59	58 26	58⁰ 12′
($\bar{2}$41) (010)	69 40	69 46	70 0
($\bar{2}$41) (001)	46 0	45 30	45 25.

v. Zepharovich hat dieselben Flächen (ausserdem noch ein Prisma (210) $\infty P2$) und dieselbe Spaltbarkeit nach (010) $\infty P\infty$ beobachtet, wie Tanret und Villiers. Hiernach ist es klar, dass der »Nucit« dieser Autoren identisch mit dem Inosit ist.]

Ref.: P. Groth.

---

*) Herr Trechmann giebt an, genau dieselben Reactionen mit dem Turnerit erhalten zu haben, wie bei einer Gegenprobe mit reinem Cersulfat, und schliesst daraus, dass der Turnerit eine dem Monazit identische Zusammensetzung besitzt — ein Resultat, welches mit denen Pisani's in vollkommenem Einklange steht. D. Ref.

81. A. Villiers (in Paris): **Krystallform des sauren essigs. Natrium** (Compt. rend. 1877, 84, 775). Zusammensetzung: $NaH_3C_2O_2 . H_4C_2O_2 . H_2O$. Grosse (nach dem optischen Verhalten) reguläre Oktaëder, zuweilen mit Flächen des Ikositetraëders (112); die Krystalle verändern sich an der Luft leicht.

Ref.: P. Groth.

82. A. Damour (in Paris): **Eisen von S. Catarina, Brasilien** (Compt. rend. 1877, 84, 478). Dieses jedenfalls meteorische Eisen besitzt einen Nickelgehalt, wie er bisher noch an keinem solchen beobachtet worden ist. Die Analyse ergab:

Fe	63,69
Ni	33,97
Co	1,48
S	0,16
P	0,05
C	0,20
Si	0,01
	99,56.

Ref.: P. Groth.

83. A. Daubrée (in Paris): **Ueber dasselbe Eisen** (Compt. rend. 1877, 84, 482). Das eigenthümlich grau gefärbte Eisen von St. Catarina zeigt sehr feine Widmanstätten'sche Figuren nach drei Richtungen, deren zwei einen rechten Winkel, die dritte 45° mit jenen bildet (wahrscheinlich parallel den Combinationskanten von Oktaëder und Würfel); es enthält in manchen Stücken nickelhaltigen Magnetkies und Graphit, und ist mit einer dünnen, sehr fest haftenden Kruste von Magneteisen bedeckt, welche, durchaus krystallinisch, an einigen Stellen winzige Rhombendodekaëder erkennen lässt und theilweise auch in das Innere des Eisens eindringt. An dem genannten Fundorte hat man bereits eine bedeutende Menge dieses Eisens entdeckt.

Ref.: P. Groth.

84. L. A. Coromilas: Ueber die Elasticitätsverhältnisse im Gyps und Glimmer (Inaugural-Dissert. Tübingen 1877). Bekanntlich hat zuerst Sohnke am Steinsalz durch directe Messungen die Cohäsion nach verschiedenen Richtungen bestimmt; dabei entstanden als Trennungsflächen stets diejenigen des Würfels. Vorher schon hatte Reusch die merkwürdige Eigenschaft des Steinsalzes kennen gelehrt, eine besonders leichte Verschiebung seiner Theilchen in den Dodekaëderflächen zu gestatten. Der Verf. bestimmte das Gewicht, welches dieses Gleiten in der Richtung der grösseren Diagonale der Dodekaëderfläche bedingt, für 1 Millim. Querschnitt zu 646 Gramm (Mittel von Beobachtungen, welche zwischen 572 und 707 schwanken). Es wurde hierbei jedesmal versucht, von einem Stücke Steinsalz einen vorspringenden Theil von bestimmtem Querschnitte abzuschieben, und so viel Gewichte dazu verwendet, bis ein Sprung sich zeigte; dieser entsprach stets einer, zwar etwas gekrümmten, aber glänzenden Dodekaëderfläche.

Messungen der Elasticität der Krystalle nach verschiedenen Richtungen haben bisher angestellt Voigt am Steinsalz und Baumgarten am Kalkspath.

Der Verf. theilt nun solche am Gyps und Glimmer (selbstverständlich beschränkt auf die Ebene der vollkommenen Spaltbarkeit) mit, welche er im Laboratorium des Herrn Reusch ausgeführt hat.

Gyps.

Zu den merkwürdigsten Eigenschaften dieses Minerals gehören die rauhen äusseren und inneren Flächen. Unter den ersteren ist neu (von Reusch gefunden) das Hemidoma τ (305) — $^3/_5 P\infty$, welches mit d (101) — $P\infty$ 9^0 53′ einschliesst und an den pfeilförmigen Zwillingen von Bologna und am Gyps von Aschersleben am Harz auftritt; es ist stets gestreift. Dasselbe durchzieht oft als rauhe innere Fläche grosse Krystalle in der ganzen Länge; mit ihm finden sich in gleicher Weise verschiedene Flächen der Zone τb [305, 010]; an den Krystallen von Aschersleben sind solche innere Flächen ferner ε (103) — $^1/_3 P\infty$ und Hemipyramiden in der Zone εb [103, 010]; an manchen Exemplaren von Bologna endlich noch (569) — $^2/_3 R\, ^6/_5$. Die Entstehung derartiger innerer Flächen muss Störungen durch eine stetig wirkende Kraft zugeschrieben werden, da sie in so grosser Ausdehnung und Regelmässigkeit die Krystalle durchsetzen.

Der Verf. schreibt die Bildung bestimmter Krystallflächen überhaupt den äusseren Einflüssen zu, so dass bei vollständiger Fernhaltung aller störenden Kräfte sich gleichzeitig alle möglichen Flächen bilden müssten, deren relative Ausdehnung dann das Maass ihrer krystallographischen Wichtigkeit sei; bei einer beständig wirkenden fremden Kraft werden einseitig ausgebildete flächenarme Krystalle entstehen. Die störenden Kräfte können ferner in einer Richtung wirken, in welcher eine Umstellung der Moleküle erfolgen kann; dann ist Gelegenheit zur Bildung von Zwillingen gegeben, denn eine Zwillingslagerung ist offenbar eine zweite Gleichgewichtslage, wenn auch eine weniger stabile. Dies beweist die von Reusch entdeckte künstliche Zwillingsbildung am Kalkspath, in welchem eine durch Druck hervorgebrachte Lamelle, welche nicht durch die ganze Dicke des Krystalls ging, mittelst Erwärmens wieder zum Verschwinden gebracht werden kann. Durch wachsende Krystallisationswiderstände wird beim Gyps die Zwillingsbildung begünstigt, wie aus den Beobachtungen von Klien (Poggendorff's Ann. 157, 611) folgt.

Da die inneren Flächen einer Unterbrechung der Bildung entsprechen, so kann man nach denselben die Gypsstücke, besonders, wenn man sie zwischen zwei Messingplatten befestigt, ganz scharf abbrechen, was natürlich in keiner Beziehung zu den Cohäsionsminimis der Substanz steht.

Diese letzteren zeigen sich bekanntlich durch folgende Spaltungsrichtungen: die vollkommene Spaltbarkeit nach der Symmetrieebene b (010) $\infty R\infty$, der muschelige Bruch nach a (100) $\infty P\infty$, der faserige nach den beiden Flächen n ($\bar{1}11$) $+P$ (letztere in der Reusch'schen Schlagfigur deutlich getrennt erkennbar), endlich der erst durch die Körnerprobe entdeckte vierte Bruch β ($\bar{5}09$) $+\, ^5/_9 P\infty$. Ausserdem existiren im Gyps Richtungen leichtester Knickung, eine fast horizontale in der Zone εb [$\bar{1}$03, 010], d. i. $+\, ^1/_3 P\infty : \infty R\infty$, und eine andere parallel der Kante db [101, 010] $-P\infty : \infty R\infty$. Nach diesen beiden Richtungen sieht man häufig in grossen Gypstafeln Knickungslinien; bei Zwillingen beginnen sie fast immer erst in einiger Entfernung von der Trennungsfläche, und merkwürdiger Weise zeigt der Krystall in der Nähe der letzteren eine geringere Härte. Wenn man an einer solchen weichen Stelle auf eine Gypsplatte mit einer Nadel sanft drückt, so entstehen Knickungen nach zwei, unter circa

50° sich schneidenden Richtungen, eine senkrecht zu *a* (100) und die andere wahrscheinlich normal zu *d* (101). Die letztere tritt als Fältelungsrichtung auch bei den Zwillingen vom Montmartre und den Krystallen von Bologna natürlich auf.

Die Härteverhältnisse am Gyps hat Exner (Ueber die Härte an Krystallflächen, 1873) studirt, die Aetzfiguren Baumhauer (Ber. d. Akad. d. Wiss. München 1875). Reusch erhielt durch Einhängen dünner Spaltungsstücke in Wasser Liniensysteme parallel *a* und *d*. Der Verf. bohrte in sehr dünne Gypsblättchen runde Löcher und hing jene horizontal in verdünnte Salzsäure; die Löcher nahmen die Form von Rhomben an, deren Seiten parallel *a* und *d*, aber sehr verschieden ausgebildet sind; nur die parallel *a* sind scharf begrenzt, weil die Aetzfiguren auf *a* aus Furchen parallel der Kante *ab* bestehen, während diejenigen auf *d* schiefstehende unregelmässige Vertiefungen darstellen. Schneidet man dünne sechseitige Platten nach *a*, *d* und etwa nach *t* ($\bar{1}01$) $+ P\infty$ aus, hängt sie horizontal in verdünnte Salzsäure und misst vorher und nachher die Abstände der gegenüberliegenden Seiten, so ergiebt sich, dass der Abstand *dd* fast unverändert geblieben, während der von *a* zu *a* erheblich und noch mehr der von *t* zu *t* abgenommen hat: am stärksten ist jedoch die Abnahme, wenn man statt *t*, Flächen senkrecht zu *d* angeschnitten hat. In dieser Richtung ist also der Lösungswiderstand ein weit geringerer, als parallel *d*.

Die Untersuchungen der Aetzfiguren sollten nach der Meinung des Verf. Hand in Hand gehen mit solchen über die Wachsthumserscheinungen, und mit besonderen Vorsichtsmassregeln ausgeführt werden; z. B. sollte man die zu untersuchende Fläche horizontal, nahe an die obere Grenze der Flüssigkeit hängen. Es erscheint bedenklich, dass die Aetzeindrücke zuweilen nach den äusseren Umständen verschiedene sind, ferner dass die Fläche, auf welcher die Eindrücke sich befinden, oft selbst in den letzteren erscheint, während sie doch hätte angegriffen sein sollen, endlich, dass die Aetzfiguren oft keineswegs bestimmten Krystallflächen entsprechen (vergl. die Untersuchung von Sohnke über die Aetzfiguren am Steinsalz).

Ueber die Elasticität im Gyps liegen bis jetzt nur indirecte Versuche, mittelst der Klangfiguren, von Savart und Angström vor. Der Verf. hat nun directe Messungen derselben nach dem von Baumgarten und Voigt eingeschlagenen Wege angestellt. Es wurden Gypslamellen von 0,3 bis 0,4 Millim. Dicke durch Spaltung hergestellt, wozu sich besonders die grossen dicken Platten von Aschersleben eigneten, dann diese zwischen zwei, genau auf einander passende Messingplatten in der gewünschten Richtung festgeschraubt und durch Schneiden mit einer feinen Lancette längs der Messingplatten Lamellen von 50 Millim. Länge und 15 Millim. Breite hergestellt. Diese, an beiden Enden auf Schneiden aufgelegt, wurden dann in der Mitte durch einen kleinen Stahlcylinder belastet, an dem vermittelst eines Bügels unten ein Gewicht angebracht werden konnte, und welcher ein Glasmikrometer trug; an diesem wurde durch ein vorgestelltes horizontales Mikroskop die durch das Gewicht bewirkte Senkung der Mitte des Gypsstäbchens beobachtet.

Es wurden die Gewichte so gewählt, dass an verschieden gerichteten Stäben ungefähr gleiche Biegung erfolgte, und bei jedem möglichst viele Messungen derselben bei gleichbleibender Belastung angestellt. Die Striche des Glasmikrometers standen 0,009732 Millim. von einander ab, und konnte noch $^1/_{10}$ dieses Abstandes geschätzt werden. Die Dicke der Lamellen wurde mit einem Sphärometer, an welchem noch 0,0002 Millim. geschätzt werden konnte, durch Einlegen zwischen zwei planparallele Glasplatten bestimmt.

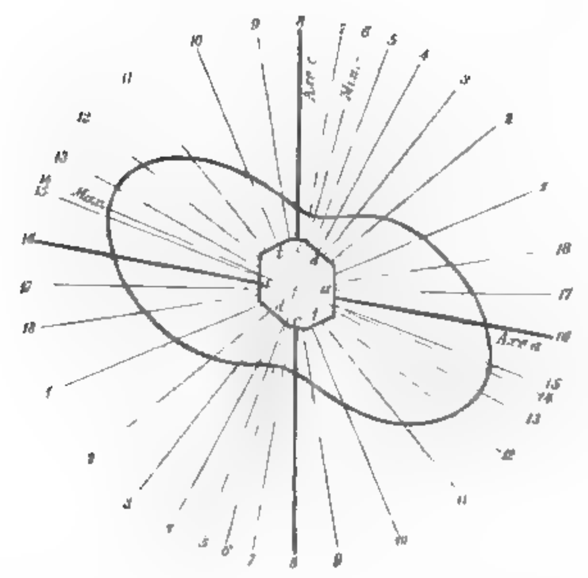
Der Elasticitätscoëfficient folgt aus der Formel:

$$E = \frac{P l^3}{4 \alpha b d^3}$$

wo l die Länge, b die Breite, d die Dicke, α die durch die Belastung P bewirkte Biegung der Lamelle bezeichnen.

Die Grössen der Biegungen, ausgedrückt in ganzen Intervallen des Glasmikrometers (deren Werth s. oben) und reducirt auf die mittlere Dicke von 0,34593 Millim. und 1 Gr. Belastung*), sind im Mittel die folgenden, wobei für jede Art von Stäben die Längsrichtung angegeben ist:

1.	Parallel t, d. i. d. Faserbruch	1,0732
2.	- der ersten Mittell. d. opt. Axen	0,9051
3.	Senkrecht zu d (101)	0,7622
4.	- - τ (305)	0,6603
5.	- - s (103)	0,6151
6.	Minimum (berechnet)	0,5838
7.	Senkrecht zu c (001)	0,5984
8.	Parallel a (100), d. i. muschel. Bruch	0,6234
9.	Senkrecht zu β ($\bar{5}09$)	0,6970
10.	- - t ($\bar{1}01$)	0,9458
11.	Parallel der zweiten Mittell. d. opt. Axen	1,3405
12.	- d (101)	1,6167
13.	- τ (305)	1,6585
14.	Maximum (berechnet)	1,684
15.	Parallel s (103)	1,6530
16.	- c (001)	1,5042
17.	Senkrecht zu a (100)	1,3523
18.	Parallel β ($\bar{5}09$)	1,2427.



*) Innerhalb der Grenzen der Beobachtung, d. h. bei Belastungen von 5 bis 50 Gr., ergab sich eine sehr befriedigende Proportionalität zwischen Biegung und Belastung.

Wenn man in den bezüglichen Richtungen Strecken proportional diesen Biegungen aufträgt, so erhält man die in vorstehender Figur gezeichnete Curve 4. Grades, deren Wendepunkte in die Richtungen 4, d. i. senkrecht zu *r*, und 10, d. h. normal zu *t*, fallen, und deren ausgezeichnete Richtungen nicht auf einander senkrecht stehen, sondern sich unter 82°,7 schneiden. Die Axe der grössten Elasticität (Minimum der Biegung) liegt zwischen 5 und 7 (⊥ *s* und ⊥ *c*) und macht mit der Axe *a* einen Winkel von 75°,4: der Elasticitätscoëfficient in dieser Richtung ist = 8 870 000 Gr.
in der Axe d. kleinsten Elast. (Max. d. Biegung) = 3 130 000 -

Alle diese Angaben beziehen sich auf den Gyps von Aschersleben; derjenige vom Montmartre gestattete nur in einigen Richtungen die Herstellung von Lamellen, gab jedoch nahe übereinstimmende Resultate, wie folgende Vergleichung zeigt:

Gyps von Aschersleben:

	Biegung:	Elasticitätscoëfficient:
2. opt. Mittell.	1,3405	3863500 Gr.
‖ *d*	1,6167	3211900 -
‖ *r*	1,6585	3122700 -

Gyps von Montmartre:

	Biegung:	Elasticitätscoëfficient:
2. opt. Mittell.	1,3266	3904000 Gr.
‖ *d*	1,6413	3155500 -
‖ *r*	1,6295	3177400 -

Die sicherste Richtung ist die der 2. opt. Mittellinie.

Wie verwickelt die Beziehungen zwischen Cohäsion und Elasticität sind, ergiebt sich daraus, dass der Elasticitätscoëfficient parallel und senkrecht zum faserigen Bruch nahe den gleichen Werth besitzt; ferner ist derselbe in der Normalen zu *a* (100) genau so gross, wie in der 2. Mittellinie der optischen Axen.

Glimmer.

Bekanntlich besitzt der Kaliglimmer ausser der vollkommensten Spaltbarkeit noch drei andere Cohäsionsminima, senkrecht zu (010) ∞*R*∞*) und zu (110) ∞*P*, von denen letzteres wahrscheinlich das weniger vollkommene ist, und ausserdem drei Richtungen leichtester Knickung, jene unter 30° schneidend.

Baumhauer (Sitz.-Ber. d. Akad. München 1874) fand, dass seine Aetzfiguren vorn und hinten verschieden gestaltet seien. Sehr scharfe Eindrücke erhielt der Verf. durch langsames Aetzen mit flüssiger Fluorwasserstoffsäure, nämlich Rhomben parallel den Prismenflächen, mit seitlichen, nach vorn geneigten Abstumpfungen, also ebenfalls vorn und hinten verschieden, aber symmetrisch zu (010).

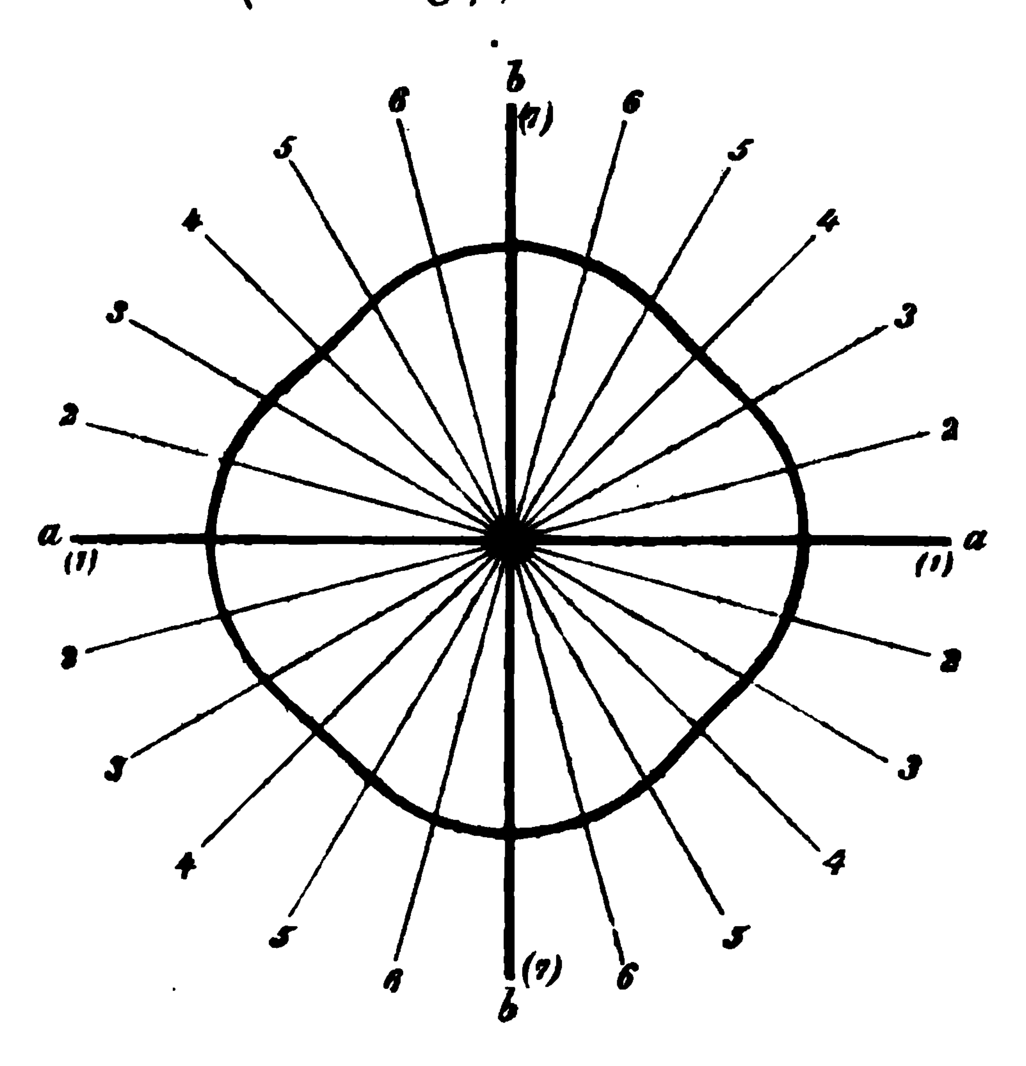
Zur Messung der Elasticität wurden aus nicht über 0,3 Millim. dicken Glimmertafeln Lamellen in derselben Weise und von denselben Dimensionen herausgeschnitten, wie beim Gyps. Dieselben ergaben sehr geringe Unterschiede nach verschiedenen Richtungen, und zwar Minima der Biegung unter 45° gegen die Diagonalen des Prisma, das Maximum parallel der grossen Diagonale. Eine Beobachtungsreihe lieferte folgende Biegungen, reducirt auf die mittlere Dicke von 0,17714 Millim. und 1 Gr. Belastung:

*) Wir setzen die monosymmetrische Bezeichnung für die Flächen ein, da an der Zugehörigkeit des Glimmers zum monosymmetrischen System wohl kaum noch ein Zweifel existiren kann. D. Ref.

1.	‖ *a* (100) d. i. Ebene der opt. Axen	0,023883 Millim.
2.	15° gegen *a* geneigt	0,023400 -
3.	30 - - -	0,022519 -
4.	45 - - -	0,022133 -
5.	60 - - -	0,022407 -
6.	75 - - -	0,022380 -
7.	90 - - -	0,022539 -

Die verschiedenen Reihen zeigen wegen der Inhomogeneïtät der Substanz nur eine sehr mässige Uebereinstimmung.

Trägt man wieder die elastische Biegung auf die bezüglichen Richtungen auf, so erhält man eine Curve (siehe Fig.), welche mindestens 4. Grades zu sein



scheint; dieselbe ist symmetrisch in Bezug auf die krystallographische Symmetrieebene (010).

Es fällt also nur eine Elasticitätsaxe mit einer solchen in optischer Beziehung zusammen, nämlich das Minimum der Elasticität (Maximum der Biegung) mit der Normalen zur Symmetrieebene (010).

Ref.: P. Groth.

35. C. Ochsenius (in Marburg): **Die Salze von Stassfurt und Douglashall** (aus: »Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze unter spec. Berücks. der Flötze von Douglashall in der Egeln'schen Mulde«, 172 Seiten mit 3 Taf. Halle, Pfeffer 1877). Der Verf. dieses Werkes erklärt die Bildung sehr mächtiger Lager reinen Steinsalzes durch das Vorhandensein von Meeresbusen mit bedeutender Tiefe im Innern und mit einer annähernd horizontalen Mündungsbarre, welche nur so viel Meereswasser eintreten lässt, als die Busenoberfläche auf die Dauer zu verdunsten im Stande ist. Bei trocknem und warmem Klima bewirkt die Erwärmung und starke Verdunstung über der Barre die Entstehung concentrirter, also schwererer Salzlösung, welche fortwährend in die Tiefe des Busens sinkt. Diese erfüllt sich daher mit übersättigter Lauge, aus welcher fort-

während Krystallisation erfolgt *). Ist ein solcher Meerbusen soweit mit Steinsalzablagerungen, deren Liegendes von Gyps gebildet werden muss, angefüllt, dass eine concentrirte Lösung der leichtlöslichen, sogen. Mutterlaugensalze die oberste Schicht bilden, so muss ein Kreislauf entstehen, indem über die Barre oben Meereswasser zu-, unten jene Lösung abfliesst. Das erstere lässt bei der Vermischung mit der concentrirten Salzsoole seinen Gehalt an Kalksulfat fallen (auch Polyhalit kann sich hierbei bilden), und je länger diese Periode dauert, desto mächtiger ist die Gyps- oder Anhydritschicht, welche das Steinsalzlager bedeckt. Die Bildung fester Mutterlaugensalze über dieser Schicht setzt eine vollständige Isolirung vom Meere voraus. Es giebt daher diese Erklärung, auf deren Einzelheiten hier nicht eingegangen werden kann, auch darüber Rechenschaft, dass bei den meisten Steinsalzlagern gar keine Bildung von Mutterlaugensalzen stattgefunden hat.

Die soeben kurz skizzirte Anschauung wendet der Verf. nun auf die während der Zechsteinperiode in Norddeutschland abgesetzten mächtigen Steinsalzbildungen an; nach deren Absatz dieses Becken durch Hebungen vollständig abgeschlossen worden sein muss, so dass die Mutterlaugen schliesslich sich an den tiefsten Stellen concentrirten und, was nur durch Temperaturerhöhung möglich war, ihre Salze absetzten. Diese wurden durch Thon, Sand und Kalk bedeckt. »Eine neue Meeresbedeckung, durch Senkung ermöglicht, setzte als erstes Produkt die Gyps- und Anhydritschichten ab, welche den Salzthon überlagern, und liess hierauf als zweites Produkt die oberen Salzflötze folgen, die sich noch bei Wester-Egeln, Tarthun und Neu-Stassfurt erhalten haben und welche durch das Endglied der permischen Formation, die Lettenschiefer, Rogenkalke u. s. w. gedeckt wurden, bis zuletzt die allgemeine Hebung der norddeutschen Ebene Alles zur endgültigen Ruhe brachte.« Der Durchschnittsgehalt des Stassfurter Lagers (nach Bischof) zeigt weit weniger der leicht löslichen Salze, als derjenige des Meerwassers im Verhältniss zum Chlornatrium beträgt; es muss also auch hier ein Theil der Mutterlaugen ausgeflossen sein, wie es bei den meisten andern Steinsalzlagern vollständig der Fall gewesen ist. Nach der Bildung der Kieserit- und Carnallitzone blieb nur noch Chlormagnesiumlösung übrig, welche theils von den überlagernden Thonen aufgesaugt wurde, theils nach dem Meere abfloss. Es enthalten daher jene Thone ausser Partieen von Steinsalz und den bekannten Pseudomorphosen nach demselben nicht unerhebliche Mengen von Chlormagnesium.

Aus dem zweiten Abschnitte des Werkes, einer ausführlichen Schilderung der Lagerungsverhältnisse der Egeln-Stassfurter Mulde, welche durch eine Specialkarte und zwei höchst instructive Profile (Längs- und Querprofil) erläutert wird, sollen im Folgenden nur einige Notizen über die einzelnen Salze wiedergegeben werden. Diese Schilderung bezieht sich namentlich auf diejenigen Aufschlüsse, welche durch die Bohrungen und Schächte von Douglashall bei Wester-Egeln erlangt worden sind, d. i. derjenigen Localität, welche die interessanten Pseudomorphosen von Steinsalz nach Steinsalz (s. Weiss, Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1873) und die schönen Krystalle von Glauberit (v. Zepharovich, Sitz.-Ber. d. Akad. Wien, 69 (I), 16) geliefert hat.

Das letztere Mineral, der Glauberit, zeigt nach dem Verf. folgendes Verhalten gegen Wasser: berührt man ein Stückchen davon mit wenig Wasser unter

*) Als Beispiele einer ähnlich stattfindenden Steinsalzbildung in jetziger Zeit werden angeführt der Adschi-Darja-Busen am Kaspisee und der Torrenssee in Australien.

d. i. Zinkenit mit einem kleinen Ueberschuss von Antimonglanz. [Der Verf. giebt unter *B*) an: *Sb* 46,18, *Pb* 30,80, *S* 23,04, während aus *A*) durch Rechnung die oben angeführten Zahlen folgen müssten.]

2) Fahlerz von Grube Clara im Schappachthal, analysirt von Mutzschler:

Fe	4,2
Ag	0,9
Zn	3,0
Cu	40,2
As	11,2
Sb	17,0
Bi	0,4
S	23,0
	99,9.

Das Erz ist schon theilweise zersetzt, da es 5% *S* weniger ergab, als die Metalle erfordern; es ist daher erklärlich, dass seine Zusammensetzung von der normalen eines Fahlerzes erheblich abweicht.

3) Magnetkies (nickelhaltig) von Todtmoos im Schwarzwald, spec. Gew. 4,12—4,20. Analyse von Mutzschler:

S	40,46
Fe	56,58
Cu	0,54
Co	0,48
Ni	1,82
	99,88.

Cu als Kupferkies, *Co* und *Ni* als Co_2S_3, resp. Ni_2S_3 (warum? der Ref.) abgerechnet, bleiben nach dem Verf. *S* 40,39, *Fe* 59,50, d. h. Zahlen, welche sehr ähnlich den von Lindström (Ofversigt 1875) gegebenen sind.

4) Granat aus dem Eklogit vom weissen Stein bei Stambach (*A*) und von Eppenreuth (*B*) im Fichtelgebirge:

	A)	*B*)
SiO_2	43,14	43,37
Al_2O_3	24,01	23,13
FeO	17,59	14,63
CaO	8,94	13,48
MnO	0,87	0,98
MgO	3,98	4,78
	98,53	100,37.

Ref.: P. Groth.

XXX. Ueber Aphtonit und Tetraedrit von Gärdsjön in Wermland.

Von

L. F. Nilson in Upsala.

Unter den natürlich vorkommenden Sulfantimoniten, -arseniten und -bismutiten, wovon die Wissenschaft gegenwärtig eine recht bedeutende Zahl kennt, sind nur einige wenige, gewöhnlich bloss in geringen Mengen und als Seltenheiten, bisher in Schweden angetroffen. So kennt man Tetraedrit von Dalsland, Sala und Långban in Wermland, aber nur vom letzten Fundorte ist das Mineral, sofern bekannt, analytisch untersucht*); ferner hat man gefunden: Geokronit nur in Sala, Boulangerit in Sala und Nasafjäll in Lappland, Kobellit nur bei Wena in Nerike, zugleich der einzige Fundort dieses Minerals. Vor Kurzem wurde die Zahl der in Rede stehenden Minerale mit zwei neuen, auch nur in Schweden bisher gefundenen Verbindungen vermehrt, die eine von Nordmarks Gruben in Wermland und von Lundström als ein Bleieisenbismutit**)

*) C. W. Paijkull, Journ. f. prakt. Ch. **100**, 62.

**) Das Reichsmuseum in Stockholm hat schöne Stufen davon unter dem Namen Bjelkit (von der Bjelkegrube, wo es vorkommt), welche Benennung Prof. Nordenskiöld nach dem Auftrage des Entdeckers vorgeschlagen hat (Privatmittheilung). Da Bjelkit als letztes Glied mit Boulangerit und Kobellit eine natürliche Reihe bildet, so ist es von nicht unbedeutendem Interesse. Die drei Minerale, welche einander auch sehr ähnlich sind, sind nämlich nach der Formel: $3\,RS.r^2S^3$ zusammengesetzt, worin $R = Pb$ und zu einem geringeren Theil $= Fe$, $r^2 = Sb^2$ im Boulangerit, oder $(Sb + Bi)^2$ im Kobellit, oder Bi^2 im Bjelkit. Die Formel des letzten Minerals ist nämlich nach Lundström (Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar Bd. II. 178):

$$\left.\begin{matrix}2\,PbS\\FeS\end{matrix}\right\}Bi^2S^3$$

	Gefunden		Berechnet	
Schwefel	17,83	S^6	192	17,74
Bismuth	39,40	Bi^2	420	38,82
Blei	37,64	Pb^2	414	38,26
Eisen	5,13	Fe	56	5,18
	100,00		1082	100,00

bestimmt, die andere von Falun und von Atterberg als ein Gemisch von metallischem Wismuth mit irgend einem Bleisulfobismutit erklärt*). Fügt man endlich das silberhaltige Kupfersulfantimonit Aphtonit von Gärdsjön in Wermland hinzu, welches dort in solcher Menge vorkommt, dass es ein Gegenstand industrieller Bearbeitung gewesen ist, so sind schon alle schwedischen Repräsentanten der fraglichen Mineralgruppe angeführt. Das letzterwähnte Mineral hat indessen die Aufmerksamkeit auf sich gezogen in Folge der Formel, welche Svanberg**) demselben gegeben hat: $7\,RS.\,Sb^2S^3$, welche insofern ungewöhnlich ist, als er, um den ganzen durch die Analyse erhaltenen Schwefelgehalt darin einschalten zu können, sich genöthigt gesehen hat anzunehmen, dass $Cu\,S$ darin als Schwefelbasis eingehe, während alle übrigen Sulfosalze von Kupfer Cu^2S enthalten, d. h. Cupro- und nicht Cupriverbindungen sind. Die Zahlen, welche seine Analyse gegeben hat, erfordern indessen nicht durchaus nothwendig diese Annahme. Das Mineral lässt sich nämlich als Cuprosalz auffassen, jedoch nicht vom Antimontrisulfid, sondern als ein Cupro-zinksulfantimonat von derselben Sättigungsstufe wie Tetraëdrit und der Formel: $4\,RS.\,Sb^2S^5$ oder näher ausgeführt:

$$2\,[4\,Cu^2S.\,Sb^2S^5] + \left.\begin{matrix}3\,Zn\,S\\ Fe\,S\end{matrix}\right\}Sb^2S^5,$$

welche Formel Werthe erfordert, die mit den von Svanberg erhaltenen sehr genau übereinstimmen, nur dass man 1 Atom Kupfer durch die äquivalente Menge Silber ersetzen muss.

*) Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar Bd. II. 76. Man kann aus seiner daselbst mitgetheilten Analyse schliessen, dass das Sulfosalz die Zusammensetzung $\left.\begin{matrix}2\,Pb\,S\\ Fe\,S\end{matrix}\right\}2\,Bi^2S^3$ haben muss. Die Analyse ergab nämlich: 10,89 S, 1,15 Se, 68,40 Bi, 17,90 Pb, 1,52 Fe, 1,60 Bergart = 100,96. Sättigt man Blei und Eisen mit 1,15 Selen und 3,17 Schwefel, so bleibt 7,22 Schwefel übrig um mit 31,59 Bismuth Bi^2S^3 zu bilden. Da der Schwefelgehalt der Sulfobasen = 3,64 und des Sulfids = 7,22 ist, so muss das analysirte Gemisch aus 36,81 metallischem Wismuth und 62,55 Sulfobismutite bestanden haben und die procentische Zusammensetzung des Sulfosalzes wird:

Schwefel	16,61
Selen	1,84
Bismuth	50,50
Blei	28,62
Eisen	2,43
	100,00

Bei der Untersuchung einer ähnlichen Mischung von Wismuthmetall mit einem anderen Sulfobismutit, nämlich Wittichenit, fand Schneider (Pogg. Ann. **98**, 305, 472, **97**, 476), dass warme concentrirte Salzsäure ohne Luftzutritt nur das Sulfosalz löste und das Wismuth hinterliess. Augenscheinlich würde der Verf. auch in diesem Falle ein ähnliches Resultat erhalten haben.

**) »Ofvers. af Swenske Vet. Akad.« förhandl. 1847. 85. Rammelsberg, Mineralchemie, 101.

Gefunden *)			Berechnet	
Schwefel	30,35	S^{27}	864,0	29,72
Antimon	25,01	Sb^{6}	732,0	25,18
Kupfer	33,23	Cu^{15}	952,5	32,76
Silber	3,12	Ag	108,0	3,71
Zink	6,47	Zn^{3}	195,0	6,71
Eisen, Kobalt	1,82	Fe	56,0	1,92
	100,00		2907,5	100,00

In Folge einer so genauen Uebereinstimmung der gefundenen und der nach der gemachten Annahme berechneten Werthe, schien es mir erwünscht, durch erneuerte Untersuchung des Minerals zu entscheiden, ob dieselbe berechtigt wäre, um so viel mehr, als man aus dem Vorkommen natürlicher Sulfarsenate, wie Enargit und Xanthokon, schliessen könnte, dass eine derartige Verbindung wohl als Mineral vorkommen könnte.

Die unternommenen, unten mitgetheilten Analysen des Gärdsjöminerals zeigen indessen, dass dasselbe, insofern es mir zugänglich gewesen ist, aus Tetraëdrit besteht. Bei denselben sind theils zwei Stufen aus dem hiesigen Mineralienkabinet**), theils eine Stufe***) vom Reichsmuseum in Stockholm benutzt, von welcher letzteren mir ein hinreichendes Stückchen zu überliefern Prof. Nordenskiöld die Güte hatte. Die Analysen sind sowohl von mir selbst als auch zum Theil von den Herren Torbern Fegraus und E. Alén ausgeführt.

Die angeführten Exemplare des Minerals stimmen sowohl unter einander wie auch mit den übrigen Stufen desselben, die ich in den beiden Sammlungen gesehen habe, vollkommen überein. Die Gangart ist Quarz; kleine Krystalle davon sind überall in dem amorphen, glänzenden, dunkel bleigrauen, sehr spröden Mineral eingesprengt. Auch kommen kleine Adern und Drusen von Chalkopyrit häufig vor und an der Stufe des Reichsmuseums auch Pyrit. Strich und Pulver sind dunkelbraunroth oder (Reichsmuseum-Stufe) schwarz. Beim Erhitzen decrepitirt es, schmilzt im Kolben und giebt dabei entweder kein oder nur ein kaum sichtbares, weissliches Sublimat. Die qualitative Analyse zeigte Schwefel, Antimon, Kupfer, Silber, Zink, Eisen und Spuren von Arsen und Kobalt als Bestandtheile des Minerals an. Sp. Gew. = 4,89.

Für die quantitativen Bestimmungen wurde reines Material aufs sorg-

*) Nach Abzug von 1,29 Proc. Bergart.

**) Dasselbe hat mehrere reiche Stufen dieses Minerals, welche sämmtlich von L. P. Walmstedt »Aphtonit von Gärdsjön in Wermskog, Wermland« signirt sind.

***) Mit Mosander's Handschrift »Aphtonit, Gärdsjön, Wermland. L. Svanberg« signirt.

fältigste ausgesucht und die Zerlegung desselben mit freiem Chlor auf die von Fresenius*) näher angegebene Weise unternommen. Die elektronegativen Bestandtheile erhielt man dabei zusammen in einer Lösung; der frei abgeschiedene Schwefel wurde als solcher gewogen, der übrige als Bariumsulfat; aus dem Filtrate davon schlug man Antimon mit Schwefelwasserstoff nieder und wog dasselbe entweder als Trisulfid oder auch als Tetroxid. Der nach Zerlegung des Minerals mit Chlor vorhandene feste Rückstand gab beim Ausziehen mit Wasser einen Rest von Chlorsilber und Bergart, woraus Ammoniak das Chlorsilber löste; die rückständige Bergart wurde nach dem Glühen gewogen und von der ursprünglichen Mineralquantität abgezogen; aus der ammoniakalischen Lösung schlug Salpetersäure das Chlorsilber wieder nieder und es wurde nachher als solches gewogen. Aus dem Filtrate von Chlorsilber und Bergart wurde erst Kupfer durch Schwefelwasserstoff, dann Eisen durch Natriumacetat und endlich Zink durch Natriumcarbonat niedergeschlagen und als Cu^2S, Fe^2O^3 (nach Umfällen mit Ammoniak) und ZnO gewogen; das letzte war in mehreren Fällen mehr oder weniger von Kobalt grünlich gefärbt, welches indessen nur spurenweise vorkam und deshalb weder für sich abgeschieden noch gewogen wurde.

1) 1,0085 Grm. Mineral gaben 0,002 freien Schwefel, 1,7155 Grm. $BaSO^4$ = 0,2356 Grm. S, 0,5675 Grm. Schwefelantimon, wovon 0,425 Grm. durch Oxydation mit rauchender Salpetersäure, Abtreiben und Glühen 0,256 Grm. Sb^2O^4, das Ganze also 0,3418 Grm. Sb^2O^4 = 0,2708 Grm. Sb gaben. Es wurden ferner erhalten 0,0825 Grm. $AgCl$ = 0,0621 Grm. Ag, 0,5185 Grm. Cu^2S = 0,4141 Grm. Cu, 0,0135 Grm. Fe^2O^3 = 0,0095 Grm. Fe, 0,009 Grm. ZnO = 0,0072 Grm. Zn.

2) 0,9565 Grm. Mineral gaben 0,0015 Grm. S, 1,6315 Grm. $BaSO^4$ = 0.2241 S, 0,431 Grm. Schwefelantimon, wovon 0,4095 Grm. durch Erhitzen im Kohlensäurestrom 0,3415 Grm. Sb^2S^3, das Ganze also 0,3594 Grm. Sb^2S^3 = 0,2579 Grm. Sb gaben; ferner 0,0735 Grm. $AgCl$ = 0,0553 Grm. Ag, 0,011 Grm. Fe^2O^3 = 0,0077 Grm. Fe, 0,0065 Grm. ZnO = 0,0052 Grm. Zn. Die Kupferbestimmung ging verloren.

3) 1,066 Grm. Mineral gaben 0,478 Grm. Schwefelantimon, wovon 0,449 Grm. 0,3725 Grm. reines Sb^2S^3, das Ganze also 0,3966 Grm. Sb^2S^3 = 0,2846 Grm. Sb gaben; ferner 0,086 Grm. $AgCl$ = 0,0647 Grm. Ag, 0,4765 Grm. Cu^2S = 0,3806 Grm. Cu, 0,0125 Grm. Fe^2O^3 = 0,0088 Grm. Fe, 0,072 Grm. ZnO = 0,0578 Grm. Zn. Der Schwefelgehalt wurde durch Glühen von 0,331 Grm. Mineral mit einem Gemisch von Natriumcarbonat und Kaliumchlorat bestimmt; das gewonnene Bariumsulfat betrug 0,5655 Grm. = 0,0777 Grm. S.

*) Anleit. zur quant. Anal. 6. Aufl. I. 507.

4) 1,0255 Grm. Mineral gaben 0,001 Grm. *S*, 1,797 Grm. $BaSO^4$ = 0,2468 *S*, 0,4755 Grm. Schwefelantimon, wovon 0,3833 Grm. 0,2868 Grm. Sb^2O^4, also das Ganze 0,3558 Grm. Sb^2O^4 = 0,2818 Grm. *Sb* gaben; ferner 0,0838 Grm. *AgCl* = 0,0631 Grm. *Ag*, 0,469 Grm. Cu^2S = 0,3746 Grm. *Cu*, 0,0115 Grm. Fe^2O^3 = 0,0081 Grm. *Fe*, 0,0605 Grm. *ZnO* = 0,0485 Grm. *Zn*.

5) 0,7995 Grm. Mineral gaben 0,0025 Grm. *S*, 1,3075 Grm. $BaSO^4$ = 0,1796 Grm. *S*, 0,354 Grm. Schwefelantimon, wovon 0,341 Grm. 0,254 Grm. Sb^2O^4, das Ganze also 0,2637 Grm. Sb^2O^4 = 0,2089 Grm. *Sb*; ferner 0,0645 Grm. *AgCl* = 0,0485 Grm. *Ag*, 0,37 Grm. Cu^2S = 0,2955 Grm. *Cu*, 0,0325 Grm. Fe^2O^3 = 0,0227 Grm. *Fe*, 0,047 Grm. *ZnO* = 0,0377 Grm. *Zn*.

In Procenten sind diese Zahlen:

	1.	2.	3.	4.	5*).
Schwefel	23,56	23,58	23,47	24,16	22,78
Antimon	26,85	26,96	26,70	27,48	26,13
Kupfer	41,06	—	35,70	36,53	36,96
Silber	6,16	5,78	6,07	6,15	6,07
Zink	0,71	0,54	5,42	4,73	4,72
Eisen	0,95	0,81	0,83	0,79	2,84
	99,29	—	98,19	99,84	99,50

Bei einer Berechnung der Schwefelquantitäten, welche die verschiedenen Bestandtheile erfordern, erhält man:

	1.	2.	3.	4.	5.
Antimon	10,56	10,61	10,50	10,81	10,28
Kupfer	10,35	10,35	9,00	9,21	9,31
Silber	0,91	0,86	0,90	0,91	0,90
Zink	0,35	0,27	2,67	2,33	2,32
Eisen	0,54	0,46	0,47	0,45	1,62
Schwefel	22,71	22,55	23,54	23,71	24,43

Setzt man die Schwefelmenge des Antimontrisulfids = 3, so variirt der Schwefel sämmtlicher Sulfurete nur zwischen 3,69—3,72.

Wie man ersieht, stimmen die verschiedenen Analysen sehr genau, den Schwefel-, Antimon-, und Silbergehalt betreffend, mit einander überein; der Kupfergehalt variirt etwas und dies ist noch mehr der Fall mit dem Zink- und Eisengehalt, der in 1) und 2), bei welchen Analysen eine und dieselbe Probe benutzt wurde, von derselben Stufe abgeschlagen, die auch das Material zur Analyse 3) lieferte — so gering ist, dass das Eisen und Zink als accessorische Bestandtheile betrachtet werden können; in den

*) Bei den vier ersten Analysen ist Mineral vom Upsalaer Mineralien-Cabinet, bei dem letzten die Stufe vom Reichsmuseum benutzt.

übrigen drei Proben 3—5 kommen dieselben dagegen in ungefähr denselben Quantitäten vor, die man gewohnt ist im Fahlerz von der Zusammensetzung:

$$2[4 R^2S . Sb^2S^3] + 4 RS . Sb^2S^3$$

zu finden, eine Formel, welche nur in Hinsicht auf den Schwefelgehalt wesentlich von der Zusammensetzung abweicht, welche durch Svanberg's Analyse dem Gärdsjöminerale zugetheilt worden ist.

Upsala, Universitätslaboratorium 11. Mai 1877.

XXXI. Ueber das Vorkommen von Astrophyllit, Arfvedsonit und Zirkon in El Paso Co. Colorado.

Von

Georg August König in Philadelphia.

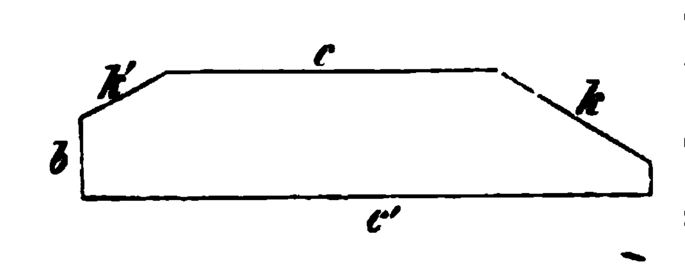
Vorkommen im Allgemeinen. Die genannten Mineralien liegen in massivem, grauem Quarz eingebettet, und zwar so, dass an den mir bis jetzt vorliegenden Handstücken Astrophyllit und Zirkon unzertrennlich erscheinen, während der Arfvedsonit ganz isolirt im Quarze vorkommt. Jedoch muss eine genaue Untersuchung an Ort und Stelle angestellt werden, um über die Stetigkeit dieser Association ins Klare zu gelangen, was bisher noch nicht geschehen ist. Andere Handstücke, ganz vom Aussehen der norwegischen, zeigen den Astrophyllit eingewachsen in Orthoklas. Das Muttergestein scheint demnach auch hier Syenit zu sein und der Astrophyllit hauptsächlich in quarzreichen Ausscheidungen desselben vorzukommen. An Stücken von der Oberfläche ist der Quarz fast glanzlos und häufig durch Eisenocker gebräunt, während in einiger Teufe der Glanz sehr ausgeprägt wird und ockerige Zersetzungsproducte ganz fehlen. So viel mir bekannt, ist Astrophyllit bis jetzt nur im Syenit von Brevig in Norwegen vorgekommen und auch dort mit Arfvedsonit und Zirkon vergesellschaftet, jedoch nur in fleischrothem Feldspathe eingesprengt. Die Parallele erschien mir so interessant, dass ich mich veranlasst fühlte, die Mineralien des neuen Fundortes genauer zu studiren.

Dem Herrn Dr. med. E. Foote bin ich für Ueberlassung seines gesammten Materiales zu grossem Danke verpflichtet.

1. Astrophyllit.

Die Krystalle erscheinen als sehr in die Länge gestreckte, meistens dünne und schmale Säulen, deren oft parallele Anordnung einen schilfartigen Habitus des Gesteins bedingt. Jedoch ist die gegenseitige Lage ebenso häufig eine durchaus regellose und verworrene. Nach dem Herauslösen der Krystalle hinterlassen sie ein ausserordentlich scharfes Negativ

im Quarze, so zwar, dass die feinste Streifung deutlich hervortritt. Im Querschnitte zeigen die Krystalle scheinbar ein Rechteck, das an einigen Krystallen deutlich noch schiefe Abstumpfungsflächen zeigt. Terminale Flächen sind durchaus nicht vorhanden; die Individuen erscheinen durchweg durch einen Bruch begrenzt, oder unmerklich in den Quarz verlaufend. Die in der Nachschrift mitgetheilte optische Untersuchung des Herrn Dr. H. Bücking beweist, dass die Krystalle dem monosymmetrischen Systeme angehören, und dass die Längsrichtung der Symmetrieebene entspricht. Wählt man die Ebene der vollkommenen Spaltbarkeit zur Basis, so sind demnach die Krystalle nach der Klinodiagonale verlängert. Der senkrecht zu dieser Axe stehende Querschnitt zeigte an dem bestentwickelten Krystall die in beistehender Figur dargestellte Form, an welcher folgende Winkel mit dem Reflexionsgoniometer annähernd gemessen werden konnten:



$c : c' = \frac{1}{2}^0$	$c : k = 30\frac{1}{2}^0$
$b : c' = 87^0$	$c : k' = 32^0$
$b : c = 93^0$	$b : k' = 61^0$

Von diesen Flächen war c' eine Spaltungsfläche und spiegelte scharf, die übrigen, welche mit Ausnahme von c nur sehr unvollkommen Licht reflectirten, waren natürliche Krystallflächen. Da bei letzteren die Unsicherheit der Einstellung 1⁰ betrug, so ist es wahrscheinlich, dass der Winkel $c : k$ und $c : k'$ als gleich zu betrachten sei und kk' demnach ein Klinodoma vorstelle, dagegen ist es unwahrscheinlich, dass $b : c$ als rechter Winkel und b als Symmetrieebene aufzufassen sei; wahrscheinlich ist letztere Fläche ein nur einseitig entwickeltes, sehr steiles Klinodoma. Alle Krystallflächen sind parallel der Klinodiagonale stark gestreift.

Die Spaltbarkeit nach c ist eine sehr vollkommene, ein zweiter erkennbarer Bruch ist vorhanden, und zwar nach der Ebene des oben gezeichneten Querschnittes, also wahrscheinlich nach dem Orthopinakoid. Das Mineral ist spröde und lässt sich im Mörser leicht sehr fein pulvern. Die Härte auf der Spaltungsfläche beträgt ungefähr 3.

Die Farbe auf den glänzenden c-Flächen ist messinggelb bis broncebraun; wegen des fast halbmetallischen Glanzes erscheint das Pulver bei einer gewissen Feinheit dem Mussivgolde ähnlich. Im durchfallenden Lichte sind die Spaltungsplättchen, je nach ihrer Dicke, gelb bis tief rothbraun (die weitere optische Untersuchung siehe am Schluss dieses Aufsatzes).

Volumgewicht = 3,375 bei 15 C⁰.

Das Mineral schmilzt vor dem Löthrohre leicht zur schwarzen Kugel, wobei es ein wenig sich aufbläht. Mit Phosphorsalz erhält man leicht die

Reactionen auf Kieselsäure, Eisen, Mangan und Titan, schwieriger die Flammenfärbung von Kalium. Im Kölbchen giebt es etwas Wasser. Salz- und Schwefelsäure zersetzen das Pulver leicht unter dem Kochpunkte, und in der zugeschmolzenen Röhre bei 140 C⁰ erfolgt vollständiges Aufschliessen in kurzer Zeit.

Zusammensetzung:

SiO_2	= 34,68	18,485	24,363
TiO_2	= 13,58	5,299	
ZrO_2	= 2,20	0,579	
Fe_2O_3	= 6,56	1,968	2,294
Al_2O_3	= 0,70	0,326	
FeO	= 26,10	5,799	8,256
MnO	= 3,48	0,784	
K_2O	= 5,01	0,851	
Na_2O	= 2,54	0,655	
MgO	= 0,30	0,120	
CuO	= 0,42	0,047	
Ta_2O_5?	= 0,80		
H_2O	3,54	3,147	3,147
	99,94		

Hieraus resultiren die Atomverhältnisse ($\overset{VI}{Fe_2} = 1$ gesetzt), welche in der weiter unten folgenden Tabelle angeführt sind; deren letzte Columne enthält die zu ganzen Zahlen abgerundeten Werthe, wobei zu bemerken ist, dass hierbei der Sauerstoff naturgemäss die grösste Correction erfahren muss, weil sich bei ihm die Fehler sämmtlicher Bestimmungen summiren. Zirkonium wurde in das gleichwerthige Titan verwandelt, Aluminium in sechswerthiges Eisen. Die Tantalsäure wurde nicht berücksichtigt, weil ich bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniss des Titans, Zirkoniums und auch der Tantalsäure selbst in ihrem Zusammenvorkommen mich ausser Stande sah, die letztere Säure als definitiv vorhanden zu erklären. Beim Schmelzen der durch Kochen gefällten Oxyde mit $KHSO_4$ und Lösen der Schmelze in kaltem Wasser blieb ein unlöslicher Rückstand, der ganz das Aussehen des Tantalsulfates zeigte. Er löste sich in warmer Natronlauge und wurde durch Zusatz eines Ueberschusses von verdünnter Schwefelsäure in der Kälte abgeschieden, liess sich durch Fluorwasserstoffsäure nicht verflüchtigen und löste sich in Phosphorsalz zur ungefärbten Perle in der Kälte. Dieses Verhalten stimmt mit dem der Tantalsäure überein. In meiner nun schon über ein Jahr fortgesetzten Arbeit über Titan und Zirkonium sind mir jedoch soviele, in der Literatur nicht berührte, Anomalien vorgekommen, dass ich gegenwärtig mich ausser Stande fühle zu sagen, was die genannten Metalle unter Umständen thun können

oder nicht. Ich habe daher vorgezogen, trotz der scheinbaren Coincidenz der Reactionen, den geringen Betrag der Tantalsäure, mit einem Fragezeichen versehen, vorläufig in der Formel nicht zu berücksichtigen, da ja überdies der allgemeine Ausdruck kaum merklich geändert würde.

Atomverhältnisse ($\overset{VI}{Fe_2} = 1$ gesetzt):

Si	= 16,195 : 28	= 0,578	13,13	oder abgerundet =	13
Ti	= 9,281 : 50	= 0,185	4,25	» »	4
Fe_2	= 5,010 : 112	= 0,044	1,00	» »	1
Fe	= 20,331 : 56	= 0,363	8,25	» »	8
Mn	= 2,696 : 55	= 0,049	1,11	» »	1
K	= 4,159 : 39	= 0,107	2,43	} » »	4
Na	= 1,885 : 23	= 0,081	1,84		
H	= 0,393 : 1	= 0,393	8,93	» »	8
O	= 38,060 : 16	= 2,379	54,07	» »	52

Unter der Annahme, dass der Gehalt an Wasser ein wenig zu hoch gefunden worden sei, würde hieraus die empirische Formel

$$H_8(K, Na)_4\,(Fe, Mn)_9\,\overset{VI}{Fe_2}\,Ti_4\,Si_{13}\,O_{52}$$

folgen, d. h. diejenige eines Singulosilikates (eines Salzes der Säure H_4SiO_4).

Vergleicht man nun meine Analyse mit denen von Pisani, Scheerer, Meinecke und Sieveking, welche den Astrophyllit von Brevig untersucht haben (Dana, Mineralogy. 5. ed. 309), so ergeben sich, neben allgemeiner Uebereinstimmung, doch im Einzelnen beträchtliche Differenzen.

Zur besseren Uebersicht sollen die Resultate der Analytiker hier neben einander gestellt werden:

	Pisani	Scheerer	Meinecke	Sieveking	König
SiO_2 =	33,23	32,21	32,35	33,71	34,68
TiO_2 =	7,09	8,24	8,84	8,76	13,58
ZrO_2 =	4,97	—	—	—	2,20
Al_2O_3 =	4,00	3,02	3,64	3,47	0,70
MnO =	9,90	12,63	12,68	10,59	3,48

Hinsichtlich der Kieselsäure herrscht, wie man sieht, durchaus eine befriedigende Uebereinstimmung. Addirt man Titansäure, Zirkonerde und Thonerde, so erhält man:

Pisani = 16,06 Scheerer = 11,26 Sieveking = 12,23
König = 16,48 Meinecke = 12,30

Die ersten sind der Quantität nach gleich und nur der Qualität nach verschieden. Die drei letzteren sind unter sich übereinstimmend, von den ersten aber wesentlich abweichend. — Erinnert man sich nun der Schwierigkeiten, welche von einer richtigen quantitativen Scheidung der drei Me-

talle unzertrennlich sind, ja der zur Zeit bestehenden Unmöglichkeit einer solchen Trennung, so wird man nicht umhin können, die chemische Gleichartigkeit des Astrophyllites von Brevig und dessen von Colorado anzuerkennen. Hingegen bedingt der offenbar weit niedrigere Mangangehalt in dem letzteren Minerale eine spezifische Verschiedenheit. — Auffallend erscheint auch die Abwesenheit der Zirkonerde in den Analysen von Scheerer, Meinecke und Sieveking; deshalb ging ich in meiner Untersuchung möglichst kritisch zu Werke und bediente mich einer in der Literatur meines Wissens nicht erwähnten Methode, welche nachstehend den Fachgenossen zur Prüfung bei ähnlichen Untersuchungen übergeben werden soll. —

Der engen Vergesellschaftung des Astrophyllites und Zirkones an dem neuen Fundorte wurde bereits früher gedacht. Nachdem der Astrophyllit in kleinen Stückchen mit möglichster Sorgfalt, unter Zuhülfenahme der Lupe, ausgelesen worden, nahm man beim Zerreiben des sonst weichen Materials im Mörser hin und wieder ein Knirschen wahr, welches offenbar von einem harten beigemengten Körper herrührte. — Da das Mineral sich ohne Schwierigkeit durch Schwefelsäure zersetzen lässt, so vermied man beim Zerkleinern das Reiben, um die kleinen, harten Körner möglichst wenig zu zermalmen. — Die Zersetzung wurde nun durch 50procentige Schwefelsäure bewerkstelligt, und die abfiltrirte Kieselsäure mit Aetznatron digerirt. Dabei blieb ein weisser, körniger und harter Rückstand im Betrag von 3 bis 6 Prozent in verschiedenen Proben. Der Rückstand wurde für sich analysirt und erwies sich in der That als Zirkon, dem etwas Quarz beigemengt war. Da nun Zirkon als feinstes Pulver auch bei längerer Digestion mit Schwefelsäure kaum merklich zersetzt wird, so ist man in diesem Falle berechtigt, die in Lösung gegangene Zirkonerde als Bestandtheil des Astrophyllites zu betrachten. Die Kieselsäure wurde aus der alkalischen Lösung durch Ansäuren und Abdampfen abgeschieden und nach dem Wägen durch Fluorwasserstoffsäure verflüchtigt; der hierbei bleibende Rückstand (Titansäure) in Abrechnung gebracht.

Die schwefelsaure Lösung der Metalle wurde vorsichtig neutralisirt (Na_2CO_3), mittelst Schwefelwasserstoff das Eisen in Oxydul übergeführt und nach Verdünnung auf 800 CC durch Kochen der grösste Theil der Titansäure abgeschieden. Aus dem Filtrate schied man mit den bekannten Vorsichtsmassregeln die Sesquioxyde durch essigsaures Natron.

Diese, grösstentheils aus Eisenoxyd bestehend, wurden nach dem Glühen und Wägen im Wasserstoffstrome geglüht und dann durch Chlorgas der grösste Theil des Eisens verflüchtigt (es gelang mir nie das Eisen vollständig fortzutreiben). Der Rückstand wurde in Schwefelsäure und Fluorwasserstoffsäure gelöst, und die völlige Abscheidung des Eisens durch

Schwefelammonium in Gegenwart von Ammoniumcitrat im Ueberschusse bewerkstelligt. Der durch Abdampfen des Filtrates und Einäschern gewonnene Rückstand wurde mit Wasser ausgekocht, um etwaige alkalische Salze zu entfernen und dann gewogen. Hierauf löste man denselben in einigen Tropfen Fluorwasserstoffsäure, dampfte mit Schwefelsäure ab bis nahezu zur Trockne und löste in einem Minimum Wasser oder, wenn mehr gebraucht worden, dampfte man auf ein entsprechendes Volum, ca. 2 Cub.-C., ab, brachte die Flüssigkeit auf ein Uhrglas und setzte eine Menge von Ammonsulfat zu, welche hinreichen würde zur Alaunbildung, wenn die Summe der Oxyde Thonerde wäre. Man überliess nun die Lösung der freiwilligen Verdunstung zur Trockne an einem mässig warmen Orte und brachte dann mit wenigen Tropfen kalten Wassers die Sulfate des Titans und Zirkoniums nebst dem Ueberschusse des Ammonsulfates in Lösung. Der gebildete Alaun ist so körnig, dass er sich durch Abschlämmen von der Mutterlauge trennen und waschen lässt, ohne eines Filters zu bedürfen. Das Waschen geschieht mit einer kalten, gesättigten Lösung von Ammonsulfat. Man bringt den Alaun schliesslich mittelst eines Stückchens Filtrirpapier in ein Tiegelchen und erhält durch Erhitzen über dem Gebläse reine Thonerde. Die geringe Menge Mutterlauge nebst der Waschflüssigkeit wird in einem kleinen konischen Platintiegel zur Trockne gebracht und mit der nöthigen Vorsicht das Ammonsulfat zerstört. Der stark geglühte Inhalt des Tiegels giebt Titansäure und Zirkonerde, deren Gewicht man bestimmt. Auf diese Weise gewonnen, befinden sich die Oxyde im Zustand feinster Zertheilung und lösen sich rasch und leicht in schmelzendem Phosphorsalze. Ich wäge davon auf der empfindlichen Kornwaage genau 2 Milligramm ab und löse das Pulver in einer schon gefertigten Phosphorsalzperle, deren Gewicht 0,065 beträgt (0,12 krystallisirtes Phosphorsalz). Um die abgewogene Menge vollständig in die Perle zu bringen, schütte ich dieselbe aus dem Waagenschälchen auf ein Papierscheibchen (schwedisches Filtrirpapier) von ca. 10^{mm} Durchmesser, welches mit der letzten Spur der Substanz verbrannt wird; die verschwindend geringe Menge Asche übt keinen störenden Einfluss. Nun wird die Perle etwa 2 Minuten in einer guten blauen Flamme reducirend behandelt (damit keine Kohlentheilchen beigemengt werden) und nachdem sie etwas erkaltet, in eine halbkugelförmige Porzellanschale scharf abgestossen. Bei einiger Uebung gelingt es leicht, stets dieselbe Menge des Glases abzustossen. In einer hermetisch geschlossenen Röhre bewahre ich 10 Perlen von gleichem Gewichte, jede 2 Milligramm Oxyd enthaltend von Mischungen reiner Titansäure und reiner Thonerde; so zwar, dass die Endglieder reiner Titansäure und reiner Thonerde entsprechen; die Zwischenglieder je 10 Prozente weniger Titansäure enthalten.

Also	TiO_2	Al_2O_3
	100	0
	90	10
	.	.
	.	.
	.	.
	.	.
	10	90
	0	100

Ausserdem bewahre ich 20 Mischungen, von 5 zu 5 Procent Titansäure, zum Gebrauche vorräthig. — Die Farbe der Perlen geht von tief röthlich violet, durch violetroth ins rosenrothe, indem die blauen Strahlen bei abnehmender Sättigung mehr und mehr absorbirt werden. Ton und Tiefe der Farbe sind bei der Beurtheilung derselben zu berücksichtigen. Hat man durch Vergleich mit der Perlenscala die annähernde Lage der zu bestimmenden Perle festgestellt, so fertigt man nun die dazwischen fallende Perle der 5 prozentigen Stufenleiter, denn eine frische Perle ist, wenn auch nicht immer nothwendig, doch stets besser, insofern eine Art von freiwilliger Entglasung der lange aufbewahrten Perlen stattfindet. — So gelingt es die relative Menge der Titansäure und Zirkonerde oder Thonerde bis auf 5 Prozente sicher zu bestimmen; bei mehrerer Uebung kann die Genauigkeit bis zu 2,5 gesteigert werden, ein mit keiner der vorhandenen Fällungsmethoden auch nur annähernd erreichbares Resultat.

Allerdings gehört eine ziemliche Geläufigkeit in der Handhabung des Löthrohres und ein gutes Auge dazu, was jedoch zu jeder colorimetrischen Methode auf nassem Wege ebenso unerlässlich ist. Man erkennt die Farbenunterschiede am besten, wenn man die Perlen auf eine weisse Unterlage bringt und das reflectirte Licht vergleicht. Im durchfallenden Lichte tritt die Tiefe des Tones weniger hervor. — Ich bin damit beschäftigt durch eine zweckmässig hergestellte Abstufung von Grün, womit die rothen Strahlen ausgelöscht werden, die Methode leichter sowohl als empfindlicher zu machen, jedoch ist dabei so Manches zu beobachten, um die Sache noch nicht spruchreif zu finden; immerhin aber mag die Methode, wie sie beschrieben wurde, meinen Mitarbeitern auf dem Felde der Mineralchemie, als Grundlage eigener Forschung dargeboten sein. —

Um nicht das Phosphorsalz für jede Perle abwägen zu müssen, bediene ich mich einer stets gleich grossen Oese am Platindraht, schmelze daran Salz bis die erkaltete Perle (bei vertikaler Stellung der Oesenebene erkaltet, um die Perle symmetrisch zu erhalten) genau in ein dem Oesendurchmesser entsprechendes Eichmass passt. Durch 2 in einen Kork gesteckte Stecknadeln kann ein solches Kaliber leicht hergestellt werden.

In meiner Untersuchung des Titans habe ich viele hundert Perlen angefertigt und war von der Constanz der Farbenerscheinung in der Reduc-

Methode (mit Schwefel- und Flusssäure), nachdem eine Bestimmung nach der Mitscherlich'schen Methode ein nicht ganz genügendes Resultat geliefert hatte; bei letzterer war die Röhre eine Woche lang ununterbrochen auf 160° erhalten worden und doch noch ein Bruchtheil der Substanz unzersetzt geblieben; dieser wurde mit der abgeschiedenen Kieselsäure nach der Titrirung mit Chamäleonlösung ausgewaschen, mit Natronlauge digerirt, der Rückstand mit verdünnter Salzsäure gewaschen, dann geglüht und gewogen; er betrug etwa 10 %; hienach wurde die durch Titrirung gefundene Eisenoxydulmenge auf das Ganze berechnet und 17,95, also doch nahezu übereinstimmend mit der obigen Zahl, erhalten.

3. Zirkon.

Dieses Mineral findet sich in glänzenden, braunen bis schwarzen Krystallen, entweder im Quarze oder im Astrophyllit eingewachsen, von mikroskopischer Kleinheit bis 6mm Kantenlänge. Sie bilden stets die Combination (111) (110) (001), das Prisma erster Ordnung immer untergeordnet. Das im Allgemeinen an Zirkonen seltene basische Flächenpaar beobachtete ich an allen Individuen. An einem Krystalle fand ich eine rhombische Verzerrung der basischen Fläche und die Messung der Polkanten ergab in der That eine beträchtliche Winkeldifferenz, nämlich

120° 56′ und 123° 15′.

Dieses abnorme Vorkommen veranlasste mich eine grössere Anzahl von Messungen vorzunehmen. Wenn auch scheinbar sehr glänzend, eignen sich die wenigsten Flächen zu genauen Messungen, da sie uneben sind. Ich fand jedoch alle Polkanten so nahezu gleich 123° als die Beschaffenheit der Flächen dieses erwarten lässt. Der angeführte Fall von Verzerrung steht somit ganz vereinzelt da und ist wohl als eine Missbildung zu deuten. — Wenn man die Krystalle längere Zeit mit starker Salzsäure kocht, so ändert sich die Farbe in ein fahles Rothgrau und die Flächen erweisen sich stellenweise sehr zerfressen. Volumgewicht bei 12° C. = 4,538.

Zusammensetzung *):		Atome:
SiO_2 = 29,70	Si = 13,87	0,496
ZrO_2 = 60,98	Zr = 44,94	0,501
Fe_2O_3 = 9,20	Fe = 6,44	0,057
MgO = 0,30	O = 34,63	2,164
100,18		

$$\text{d. i.} = \overset{III}{Fe_2}\,\overset{IV}{Si_{10}}\,\overset{IV}{Zr_{10}}\,\overset{II}{O_{43}}$$

*) Das Pulver wurde vor der Zerlegung mit Salzsäure gekocht, bis kein Eisen mehr abgegeben wurde. Daraus und aus dem rationalen Atomverhältnisse darf man schliessen, dass das noch verbliebene Eisen einen Bestandtheil des Moleküls ausmacht.

Nachschrift: Die optischen Eigenschaften des Astrophyllit

von H. Bücking in Strassburg.

Auf Wunsch des Verf.'s der vorstehenden Abhandlungen, welcher ein Handstück mit Astrophyllit von Colorado an das min. Inst. der hiesigen Universität eingesandt hatte, unternahm ich die optische Untersuchung desselben. Da die Beobachtungen von Hintze und Tschermak ergeben haben, dass sowohl Magnesia, als Kaliglimmer im monosymmetrischen Systeme krystallisiren, so galt es hauptsächlich, zu prüfen, ob die Mittellinie der optischen Axen, wie Des Cloizeaux angiebt, normal zur Spaltungsfläche steht oder dagegen geneigt ist. Es ergab sich das Letztere unzweifelhaft, und es sind somit die krystallographischen Angaben Scheerer's, nach welchen die Krystalle als nach der Klinodiagonale verlängert monosymmetrisch zu betrachten sind, vollkommen bestätigt.

1. Astrophyllit von Brevig. Die optische Axenebene ist die Symmetrieebene; die zweite Mittellinie (in Oel; in Luft sind die Axen nicht sichtbar) bildet mit der Normalen zur Platte 3° 30′ für Roth, 3° 33′ für Gelb; es findet also fast gar keine Dispersion der Mittellinien statt. Diese Messung wurde nach der bekannten Methode, durch Spiegelung des Fadenkreuzes durch die Platte (s. P. Groth, physikal. Krystallographie, S. 485), ausgeführt; der höchstmögliche Fehler derselben, bedingt durch Krümmung der Platte, ergab sich bei deren goniometrischer Untersuchung zu 37′. Die Neigung der Mittellinie findet genau in der Symmetrieebene, d. h. in der Längsrichtung der Spaltungslamellen statt. Der stumpfe Axenwinkel in Oel ist:

$$2\ H_0 = 122^\circ 18' \ (Li), \qquad 124^\circ 52' \ (Na).$$

Der Pleochroismus ist deutlich: die Schwingungen parallel der Symmetrieaxe (𝔟) zeigen Orange, diejenigen dazu senkrecht in der Spaltungsfläche und parallel der optischen Axenebene (𝔠) Citrongelb.

2. Astrophyllit von Colorado. Derselbe besitzt ganz die gleichen Eigenschaften, dieselbe negative Doppelbrechung und dieselben Absorptionsverhältnisse. Die Neigung der Mittellinie gegen die Normale der Spaltungsfläche wurde an drei Platten gefunden zu 3° 0′, 2° 42′ und 3° 16′, bei höchstmöglichen Fehlern von 20—30′. Der Axenwinkel ist, wie auch bei demjenigen von Brevig, etwas schwankend. Es wurden Messungen an denselben drei Platten angestellt:

		Li:	*Na*:	*Tl*:
I.	$2\ H_0 =$	121° 38′	124° 14′	125° 6′
II.		—	126° 49′	—
III.		121° 5′	124° 28′	—

XXXII. Krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen.

Von

A. Arzruni in Strassburg.

(Mit 17 Holzschnitten.)

Vor einigen Jahren noch hatte die chemische Krystallographie einen einzigen experimentell bewiesenen Satz zu verzeichnen — dass chemisch analog zusammengesetzte Verbindungen auch eine Analogie in ihren geometrischen Eigenschaften zeigen. Die Lehre der Isomorphie, wie sie von ihrem Entdecker ausgesprochen wurde, beschränkte sich darauf, zu constatiren, dass Elemente, welche in chemischer Beziehung, ihren Charakteren nach und denjenigen ihrer entsprechenden Verbindungen, sich nahe gleich verhalten, auch in Bezug auf ihre Krystallgestalt und diejenige ihrer analog zusammengesetzten Verbindungen eine offenbare Aehnlichkeit aufweisen. Es wird jetzt Niemand mehr daran zweifeln, dass zwei entsprechende Verbindungen, von denen die eine eine Chlor- die andere eine Brom- oder Jod-Verbindung ist, sich ihrer Krystallform nach ebenso nahe stehen, wie in Bezug auf ihre chemischen Eigenschaften; es ist allgemein bekannt, dass gleich zusammengesetzte Sulfate und Seleniate, Phosphate und Arseniate sich isomorph verhalten. Es ist ferner erwiesen, dass isomorphe Verbindungen auch Mischungen nach wechselnden Verhältnissen miteinander zu bilden vermögen; dass in dieser Hinsicht einzelne Elemente, wie Magnesium, Eisen, Nickel und Kobalt, — Calcium, Strontium und Baryum, — Aluminium, Eisen, Chrom und Mangan u. s. w. in ihren analogen Verbindungen einander in beliebigen Mengen vertreten können, isomorphe Mischungen zu bilden fähig sind.

Wenn in späterer Zeit mit dem wesentlich experimentellen Satze der Isomorphie Missbrauch getrieben wurde, indem mancher Krystallograph und Chemiker denselben auf Thatsachen auszudehnen suchte, welche ohne Zwang nicht als hineingehörig angesehen werden können und zu Voraus-

setzungen geführt wurde, welche mit dem Begriffe der Isomorphie unvereinbar sind, so ist es kein weiterer Gewinn für die Wissenschaft und die exacte Forschung gewesen, sondern hätte höchstens eine Veranlassung sein können, den Satz der Isomorphie von Denjenigen verwerfen zu lassen, welche sich nicht streng an die experimentellen Grundlagen, auf denen er basirt, zu halten geneigt sind.

Im Jahre 1870 wurde durch die Untersuchungen von P. Groth an Derivaten des Benzols die chemische Krystallographie durch neue Thatsachen bereichert, welche eine gesetzmässige Aenderung der Krystallform einer ursprünglichen Verbindung durch Substitution einzelner ihrer Atome durch andere Atome oder Atomgruppen nachweisen. Diese Erscheinung, welcher ihr Entdecker den Namen Morphotropie beilegte, wurde durch spätere Untersuchungen von C. Hintze auch an Derivaten des Naphtalins (Pogg. Ann. Ergänzbd. 6, 177 1874) im Wesentlichen bestätigt.

Wenn die Isomorphie trotz der viel einfacheren Beziehungen, welche sie behandelt, nicht sofort allgemeine Annahme gefunden hat oder nicht richtig gedeutet worden ist, so bedarf die Morphotropie viel zahlreicherer Belege, da wir es hier mit viel complicirteren Beziehungen zu thun haben, Beziehungen, welche dem Beobachter oft verborgen bleiben können durch Umstände, auf die neuerdings Arbeiten von C. Bodewig (Pogg. Ann. 158, 232) und O. Lehmann (diese Zeitschr. I. 43 und 97) hingewiesen haben. Die morphotropischen Beziehungen lassen sich am leichtesten an künstlich in Laboratorien dargestellten Verbindungen studiren und gerade an diesen ist die grosse Verbreitung von Dimorphie und physikalischer Isomerie von den erwähnten Beobachtern nachgewiesen worden.

Dass diese Umstände das Studium der krystallographischen Beziehungen chemisch verwandter Körper erschweren müssen, liegt auf der Hand und bedarf wohl keiner weiteren Erörterung.

Nur durch weitere Detailuntersuchungen und kritische Zusammenstellung bereits bekannten und neuen Materials kann man zur Feststellung der durch die obenerwähnten Arbeiten angedeuteten Gesetzmässigkeiten gelangen.

Die hier folgenden krystallographischen Bestimmungen zeigen auch zum Theil Beziehungen, wie die bei den Benzol- und Naphtalin-Derivaten beobachteten; andererseits stellt es sich heraus, dass nicht überall, wo sich Beziehungen vermuthen liessen, dieselben so einfacher Natur sind, um sich sofort kundzugeben, endlich sind hier auch Untersuchungen vereinzelt stehender Verbindungen aufgenommen worden, was darin eine Rechtfertigung finden mag, dass dieselben vielleicht für spätere Beobachtungen ein geeignetes Vergleichungsmaterial zu bilden im Stande sein werden.

Einige Derivate des Orthonitrophenols.

(Krystalle aus den Präparaten des Hrn. Körner, im chemischen Laboratorium der Universität Bonn.)

1. Bromnitrophenol.

$C_6\,H_3 . OH . NO_2 . Br$. Stellung 1. 2. 4. *)

Krystallsystem — monosymmetrisch
$a : b : c = 2{,}9410 : 1 : 1{,}6249$
$\beta = 64^0\ 2'$

Schön schwefelgelbe, spröde, bei 88° schmelzende Krystalle von der Combination:

a (100) $\infty\bar{P}\infty$, m (110) ∞P, c (001) oP, d (101) $-\bar{P}\infty$, e $(\bar{1}01)$ $+\bar{P}\infty$ und meistens klein o (112) $-\frac{1}{2}P$ und o' $(\bar{1}12)$ $+\frac{1}{2}P$. Nach a sind die Krystalle tafelartig entwickelt.

Fig. 1.

	Gemessen		Berechnet
$(110)\ (1\bar{1}0)$	138° 38′		138° 34′
(110) (100)	* 69 17		—
(100) (001)	* 64 2		—
(100) (101)	* 42 14		—
(001) (101)	21 47		21 48
$(001)\ (\bar{1}01)$	32 36		32 24
$(10\bar{1})\ (100)$	83 19		82 44
(112) (001)	40 50		41 16
(112) (110)	58 10		58 54
$(\bar{1}12)\ (001)$	35 57		34 36
$(\bar{1}12)\ (\bar{1}10)$	48 16	approx.	46 14
(001) (110)	81 0	approx.	79 50

Spaltbarkeit unvollkommen nach $(\bar{1}01)$.

Optische Axenebene — Symmetrieebene; 1. Mittellinie circa 106° mit der Axe c im stumpfen Winkel β bildend. In Oel in einer natürlichen Platte nach (100) beide Axen undeutlich sichtbar.

2. Bibromnitrophenol.

$C_6\,H_2 . OH . NO_2 . Br . Br$. Stellung 1. 2. 4. 6.

Krystallsystem — monosymmetrisch
$a : b : c = 0{,}5151 : 1 : 0{,}5912$
$\beta = 65^0\ 23'$

*) Die Stellung von OH ist sowohl hier, wie auch bei den folgenden Verbindungen, mit 1. bezeichnet; die der übrigen Radicale in derselben Reihenfolge, wie in der Formel angegeben.

Kurzprismatisch entwickelte Krystalle von schwefelgelber Farbe. Schmelzpunkt 117°,5. Beobachtet wurden die Flächen:

n (120) ∞P̆2, selten mit *m* (110) ∞*P* als schmale Zuschärfung der Kanten von *n*; *c* (001) *oP*, *q* (011) P̆∞ und an wenigen Krystallen *p* ($\bar{1}$11) +*P* und *o* ($\bar{1}$21) +2P̆2.

			Gemessen	Berechnet
(120)	(1$\bar{2}$0)		*86° 15′	—
	(100)	Spaltfl.	43 45	43° 7½′
	(011)		53 32	53 44
	(001)		*72 18	—
	(12$\bar{1}$)		37 31	37 15
	(110)		17 51	18 8
(110)	(1$\bar{1}$0)		49 37	50 1½
(001)	(011)		*28 15½	—
	($\bar{1}$11)		66 0	66 1½
	($\bar{1}$21)		70 29	70 27
(011)	(0$\bar{1}$1)		56 27	56 31

Fig. 2.

Spaltbarkeit nach (100) und (001) uneben.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene und beinahe senkrecht zur Verticalaxe; 1. Mittellinie in der Symmetrieebene und fast genau normal zu (100). Scheinbarer Axenwinkel 70—73° für verschiedene Farben. Dispersion der Axen $\rho > v$.

3. Bromjodnitrophenol.

$C_6 H_2 . OH . NO_2 . Br . J$. Stellung 1. 2. 4. 6.

Die Krystalle dieser Verbindung unterzog Herr Professor P. Groth einer Untersuchung, deren Resultate er mir hier anzuführen gestattet hat.

Krystallsystem — monosymmetrisch

$a : b : c = 0{,}5198 : 1 : 0{,}5871$

$\beta = 65^0\ 32'$

Ihrem Habitus nach unterscheiden sich diese Krystalle wenig von der Bibromverbindung; sie sind dick-tafelartig nach der Basis ausgebildet und zeigen ausser *c* (001) *oP*, welche meistens stark gerundet ist, die Flächen *b* (010) ∞P̆∞, *q* (011) P̆∞, *m* (110) ∞*P*, *n* (120) ∞P̆2.

		Gemessen	Berechnet
(110)	(1$\bar{1}$0)	50° 31′	50° 38′
	(120)	17 51	18 6
(010)	(120)	*46 35	—
	(011)	*61 53	—
(011)	(001)	27 43	28 7
	(110)	*57 52	—
	($\bar{1}$10)	97 25	97 24

Fig. 3.

Spaltbarkeit unvollkommen nach (001). Farbe dunkel braungelb, Strichpulver schön orangegelb. Schmelzpunkt 102°.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene; durch (010) sind die Axen am Rande des Gesichtsfeldes sichtbar, also Axe *b* ist die erste Mittellinie. Weitere Beobachtungen sind wegen der Trübung der Krystalle nicht ausführbar gewesen.

4. Binitrobromphenol.

Körner's Nitrobromnitrophenol (Vgl. Kekulé. Org. Chem. III, 55)
$C_6H_2.OH.NO_2.Br.NO_2$. Stellung 1. 2. 4. 6.
Krystallsystem — monosymmetrisch.
$a : b : c = 2{,}7947 : 1 : 1{,}7783.$
$\beta = 67^\circ\, 53'$

Intensiv gelb gefärbte Krystalle, prismatisch nach der Symmetrieaxe verlängert. Schmelzpunkt 85°,6.

Beobachtet wurden die Formen:

q (011) Ᵽ∞, *a* (100) ∞Ᵽ∞, *d* (101) —Ᵽ∞, *k* ($\bar{1}$01) +Ᵽ∞.

Fig. 4.

		Gemessen	Berechnet
(011)	(01$\bar{1}$)	*62 31	—
	(100)	*78 44	—
	(101)	62 45	62 4
(101)	($\bar{1}$01)	62 50	63 13
	(100)	*42 27	—
(10$\bar{1}$)	(100)	74 43	74 20

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; durch (101) beide Axen sichtbar; 1. Mittellinie circa 57°½ gegen die Axe *c* im stumpfen Winkel *β* geneigt. 2 *E* circa 100°.

Vergleichen wir diese vier Körper miteinander, so finden wir zunächst eine vollständige Isomorphie zwischen der Bibrom- und der Bromjod-Verbindung, welche, obwohl geometrisch so nahe zu einander stehend, sich jedoch in ihrem optischen Verhalten unterscheiden, indem beim ersteren die 1. Mittellinie in der Symmetrieebene liegt, während sie beim Bromjodnitrophenol mit der Symmetrieaxe zusammenfällt — eine Erscheinung, welche übrigens bei isomorphen Verbindungen mehrfach beobachtet worden ist. Die erste und vierte Verbindung, welche sich in chemischer Beziehung dadurch unterscheiden, dass an die Stelle eines *H* ($_6$) des ersteren im zweiten die Gruppe NO_2 getreten ist, zeigen auch eine sehr nahe Uebereinstimmung in ihren Axenverhältnissen. Auf die geringe modificirende Wirkung der Gruppe NO_2 hat bereits P. Groth in seiner Untersuchung

der Benzolderivate hingewiesen und findet sich dieselbe Thatsache nun auch hier bestätigt.

Die Beziehungen endlich der einfachbromirten und zweifachnitrirten Verbindung zu der zweifachbromirten, resp. zur Bromjod-Verbindung sind bedeutend verborgener, treten aber deutlich hervor, wenn wir die Axe c des Bromnitrophenols und Binitrobromphenols doppelt so lang annehmen, mit anderen Worten, wenn wir die bei denselben als primär angenommenen Formen als nur mit halber Vertikalaxe ansehen. Wir erhalten dann für die vier Verbindungen folgende Zahlen:

Bromnitrophenol	$a:b:c$ = 2,9410 : 1 : 3,2598	oder 1 : 0,340 : 1,105	und β = 64° 2′
Bibromnitrophenol	0,5151 : 1 : 0,5912	1 : 1,941 : 1,148	65 23
Bromjodnitrophenol	0,5198 : 1 : 0,5871	1 : 1,924 : 1,129	65 32
Binitrobromphenol	2,7947 : 1 : 3,5566	1 : 0,357 : 1,273	67 53

aus welchen ersichtlich, dass die morphotropische Wirkung der Gruppe NO_2 nur eine geringe Aenderung des Werthes der einen der zur Symmetrieaxe normal stehenden Richtungen, nämlich der Axe c, bewirkt, dass dagegen bei der Substitution desselben H-Atom, durch Br oder J die Symmetrieaxe b eine wesentliche Aenderung erleidet, während das Verhältniss $a : c$ und der Winkel β nahe constant geblieben sind. Auch diese Thatsache der starken modificirenden Wirkung des Brom und Jod steht in vollem Einklange mit den aus früheren Beobachtungen an Benzolderivaten gewonnenen Resultaten.

Die isomeren Monobrombrenzweinsäuren.

$C_5H_7BrO_4$.

Die zur Untersuchung verwendeten Krystalle erhielt ich von den Herren R. Fittig und Al. Landolt, in Strassburg, deren Arbeit über diese Verbindungen bereits in den »Ber. d. deutsch. chem. Ges.« 1876, $_{1193}$ und 1877, $_{516}$ erschienen ist.

5. Citrabrombrenzweinsäure.

Es wurden sowohl in der ursprünglichen HBr-Lösung entstandene, wie auch aus Wasser umkrystallisirte Krystalle untersucht. Trotz ihrer vollkommenen Identität unterschieden sie sich etwas in ihrem Habitus.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,7504 : 1 : 1,1175$$

$$\beta = 84^{0}\ 5'$$

Beobachtet wurden an den in wässeriger Lösung entstandenen Krystallen, welche im Allgemeinen besser ausgebildet waren als die in der sauren Lösung abgesetzten, folgende Formen:

$c\ (001)\ oP,\ b\ (010)\ \infty \not{P} \infty,\ m\ (110)\ \infty P,\ -p\ (111) - P,$
$+p\ (\bar{1}11) + P,\ q\ (011)\ \not{P} \infty,\ a\ (100)\ \infty \not{P} \infty$ (Fig. 5).

Die aus der sauren Lösung sich bildenden Krystalle zeigen im Wesentlichen zwar dieselben Formen, nur in anderer Entwickelung. Es sind an denselben vorherrschend die drei Pinakoïde entwickelt, während die Flächen *m*, *q* und noch zwei andre verticale Prismen, deren Zeichen nicht bestimmt werden konnten, sehr schmal auftraten.

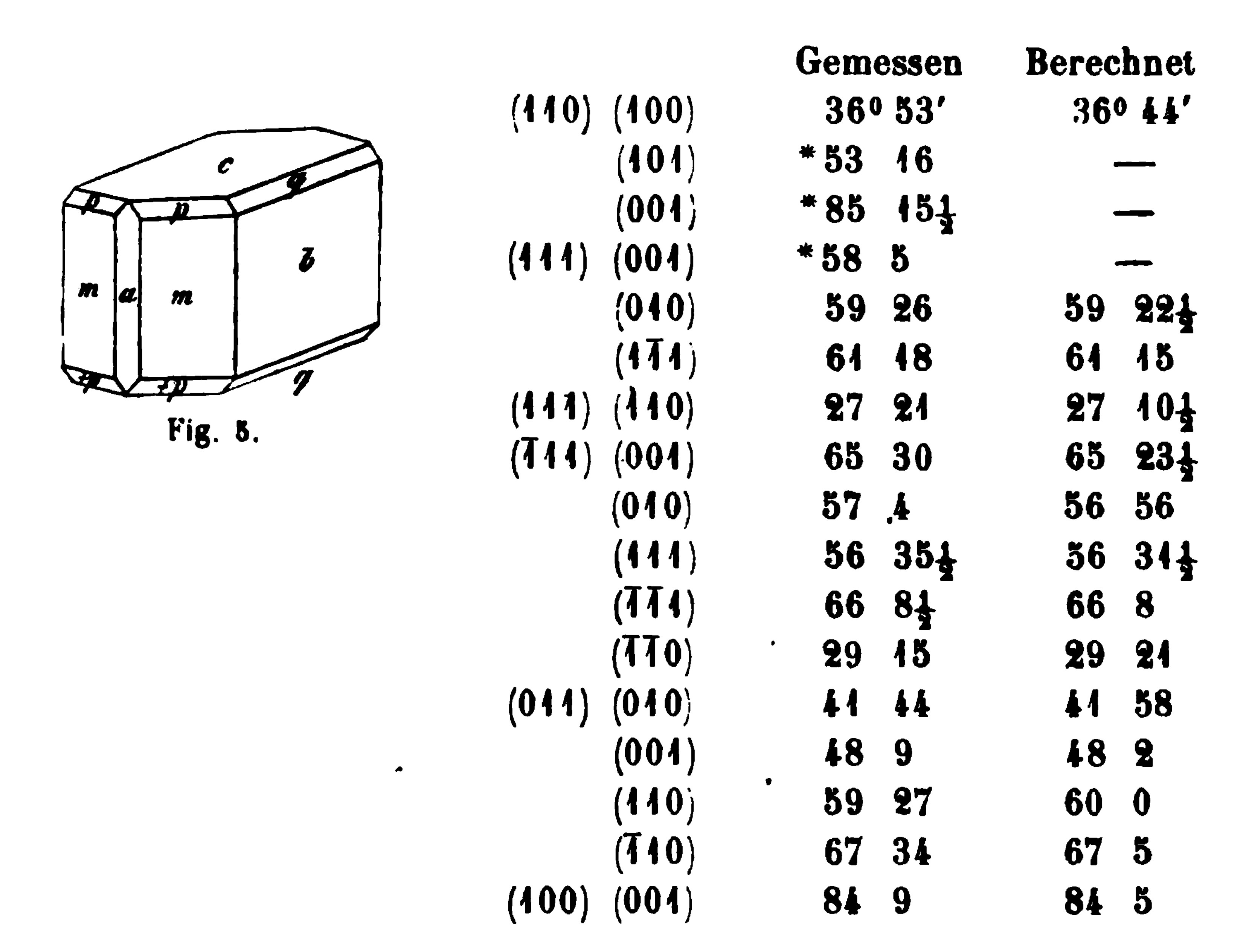


Fig. 5.

		Gemessen	Berechnet
(110)	(100)	36° 53′	36° 44′
	(101)	*53 16	—
	(001)	*85 15½	—
(111)	(001)	*58 5	—
	(010)	59 26	59 22½
	$(1\bar{1}1)$	61 48	61 45
(111)	(110)	27 21	27 10½
$(\bar{1}11)$	(001)	65 30	65 23½
	(010)	57 4	56 56
	(111)	56 35½	56 31½
	$(\bar{1}\bar{1}1)$	66 8½	66 8
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	29 15	29 21
(011)	(010)	41 44	41 58
	(001)	48 9	48 2
	(110)	59 27	60 0
	$(\bar{1}10)$	67 34	67 5
(100)	(001)	84 9	84 5

Die Krystalle besitzen sehr vollkommene Spaltbarkeit nach (100) und (010). Die optische Untersuchung war durch die leichte Löslichkeit der Substanz erschwert und können die Bestimmungen blos als approximative betrachtet werden. Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene und gegen die Axe *c* unter 62° im spitzen Winkel β geneigt. Die erste Mittellinie: in der Symmetrieebene, die zweite: parallel der Symmetrieaxe. Aus approximativen Messungen des spitzen und stumpfen Axenwinkels in Oel ergab sich für die mittleren Farben des weissen Lichtes $2\,V_a = 76°$.

Die bei der Einwirkung von Bromwasserstoffsäure auf Mesaconsäure entstehende Brombrenzweinsäure, welche chemisch vollkommen identisch ist mit der soeben beschriebenen Citra-Verbindung, ist es auch in Bezug auf ihre Krystallform und optisches Verhalten.

6. Itabrombrenzweinsäure.

Diese Verbindung entsteht in wässeriger Lösung in kleinen farblosen Krystallen, welche ebenfalls dem monosymmetrischen Krystallsysteme angehören, mit

$$a : b : c = 0,2914 : 1 : 0,4101$$
$$\beta = 65^{0}\ 38'$$

Beobachtet wurden die Formen: *m* (110) ∞P, *q* (011) $\bar{P}\infty$ und *b* (010) $\infty\bar{P}\infty$. (Fig. 6.)

		Gemessen:	Berechnet
(110)	$(1\bar{1}0)$	*40° 58′	—
(011)	(001)	*75 8	—
	$(0\bar{1}\bar{1})$	29 55	29° 44′
	(110)	*62 18	—
	$(\bar{1}10)$	73 23	73 31.

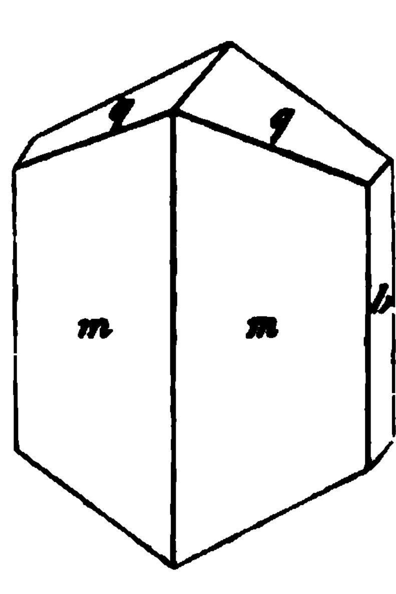


Fig. 6.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene; die Axenbilder nicht deutlich sichtbar und die Krystalle liessen ihrer Kleinheit wegen keine Anfertigung von geeigneten Platten zu.

Die Aethyläther der drei isomeren Nitrobenzoësäuren.

$C_6H_4.NO_2.CO\,OC_2H_5$.

Krystalle von Herrn H. Hübner in Göttingen.

7. Orthonitrobenzoësäure-Aethyläther.

Krystallsystem: asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,8673 : 1 : 0,8052.$$
$$\alpha = 98^{0}\ 35'$$
$$\beta = 84\ \ 3$$
$$\gamma = 108\ \ 21.$$

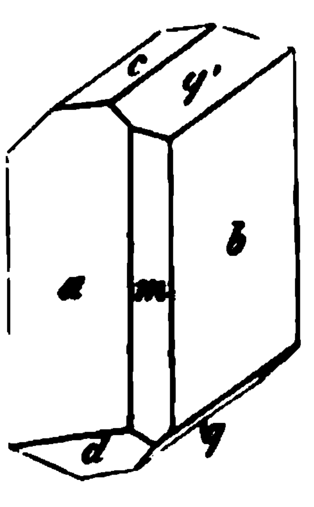


Fig. 7.

Schöne fast zollgrosse, wasserhelle Krystalle mit einem Stich ins Grünlichgelbe, an denen die Combination *a* (100) $\infty\bar{P}\infty$, *b* (010) $\infty\breve{P}\infty$, *c* (001) oP, *m* (110) $\infty P'_{,}$, *d* $(10\bar{1})$ $_{,}P_{,}\bar{\infty}$, *q'* (011) $_{,}\breve{P}\infty$, *'q* $(0\bar{1}1)$ $'P_{,}\breve{\infty}$ beobachtet wurde. Der Habitus der Krystalle ist prismatisch nach der Zone der Verticalaxe. (Fig. 38.)

		Gemessen:	Berechnet:
(100)	(010)	*109° 37′½	—
	(001)	* 80 46	—

		Gemessen:	Berechnet:
(010)	(001)	*101 6½	—
(110)	(100)	49 41	49° 18′½
	(010)	59 52	60 19
	(001)	89 22½	88 36
(0$\bar{1}$1)	(010)	43 24	43 26½
	(001)	35 35	35 27
	(100)	71 46	71 53
(011)	(010)	* 56 26	—
	(001)	44 43	44 40½
	(100)	83 44	84 1
($\bar{1}$01)	(001)	48 29½	48 29½
	(100)	* 50 44½	—

Die Krystalle zeigen keine merkliche Spaltbarkeit. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 30°.

Auf der Fläche *a* (100) bildet eine Auslöschungsrichtung mit der Verticalen circa 7³/₄° im spitzen Winkel *α*; auf *b* (010) circa 11° mit der Verticalen, im spitzen Winkel *β*.

8. Metanitrobenzoësäure-Aethyläther.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,0765 : 1 : 0,6749$

$\beta = 58^0\ 42'\frac{1}{2}$.

Gelblichweisse Krystalle von der Combination *a* (100) $\infty P\infty$, nach welcher Fläche die Krystalle tafelartig entwickelt sind, *c* (001) *oP*, *m* (110) ∞P, *p* ($\bar{1}$11) $+P$. (Fig. 8.) Spaltbarkeit sehr vollkommen nach *c* (001). Schmelzpunkt 47°.

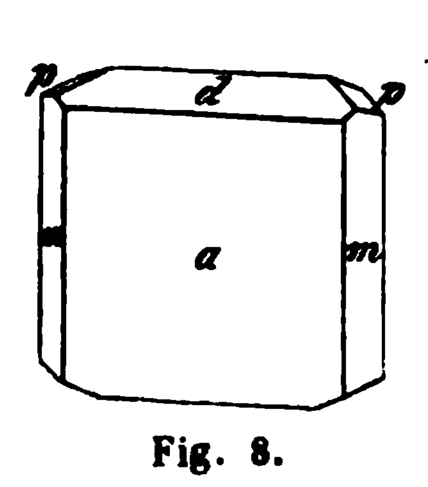


Fig. 8.

		Gemessen:	Berechnet:
(100)	(001)	*58° 42½′	—
(110)	(100)	*42 36½	—
	(1$\bar{1}$0)	85 12½	85° 13
	(001)	67 40	67 31½
($\bar{1}$11)	($\bar{1}$10)	63 2	63 2½
	($\bar{1}$00)	84 45	84 11
	(001)	*49 26	—

Durch eine Spaltungsplatte nach *c* (001) beide Axen in der Symmetrieebene sichtbar; die erste Mittellinie, welche fast senkrecht zur Spaltungsfläche steht (etwas geneigt im spitzen Winkel *β*), ist die Richtung der grössten Lichtgeschwindigkeit.

2 *Ho* für *Li*-Licht = 57° 41′
» *Na* » = 58 20
» *Tl* » = 59. 10.

9. Paranitrobenzoësäure-Aethyläther.

Krystallsystem: asymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}5355 : 1 : 0{,}3211$

$\alpha = 83^0\ 50'$

$\beta = 87\ \ 17$

$\gamma = 92\ \ 52.$

Kleine hellgelbe, tafelartig entwickelte Krystalle mit sehr glänzenden Flächen. Beobachtet wurden ausser der vorherrschenden Fläche *b* (010) ∞P̆∞ noch *a* (100) ∞P̄∞, *c* (001) *oP*, *m* (110) ∞P,' und *d* (1̄01) ,P,∞̄. (Fig. 9.)

		Gemessen:	Berechnet:
(100)	(001)	*87° 34'	—
	(010)	*92 35	—
(010)	(001)	*83 57	—
(1̄01)	(001)	*31 28	—
	(1̄00)	60 54	60° 58'
	(010)	83 23	83 22½
(110)	(100)	30 20	30 19½
	(010)	*62 16	—

Fig. 9.

Eine Auslöschungsrichtung ist auf der Fläche *b* (010) gegen die Verticalaxe unter 28° im spitzen Winkel β geneigt (weisses Licht).

Wenn man einerseits wohl erwarten dürfte, dass chemisch isomere Verbindungen eine gewisse krystallographische Beziehung zu einander zeigen sollten, ist es anderseits klar, dass diese Beziehungen bedeutend complicirter sind, als diejenigen, welche zwischen Substitutionsproducten einer und derselben Grundverbindung bestehen. In allen bis jetzt bekannten Fällen, in denen ein Zusammenhang zwischen den Krystallformen von Substitutionsproducten beobachtet worden ist, beziehen sich die Thatsachen auf solche Verbindungen, bei welchen ein und dasselbe Atom, resp. dieselbe Atomgruppe durch verschiedene Radicale ersetzt worden ist. Dagegen ist der Einfluss der verschiedenen relativen Stellung des substituirenden Radicals im chemischen Molecül auf die Krystallform noch nicht genügend studirt. Unzweifelhaft werden sich Beziehungen zwischen solchen Isomeren, wie die beiden angeführten Reihen, erst dann klar herausstellen können, wenn die Grundverbindung und sämmtliche successive aus derselben entstandenen Substitutionsproducte, bis auf diese Endglieder krystallographisch untersucht sein werden.

---

10. Paranitroacetanilid.

$C_6H_4.NO_2.NH.COCH_3$. Stellung 1. 4.

Krystalle von Hrn. H. Hübner in Göttingen.

Krystallsystem: rhombisch.

$a:b:c = 0{,}8889 : 1 : 1{,}0448$.

Langprismatische Krystalle, gebildet von *m* (110) ∞P und *p* (111) *P* mit ausgezeichneter Spaltbarkeit nach der Basis (001), welche als Krystallfläche nicht beobachtet worden ist. (Fig. 10.) Die Winkelwerthe des Paranitroacetanilids sind folgende:

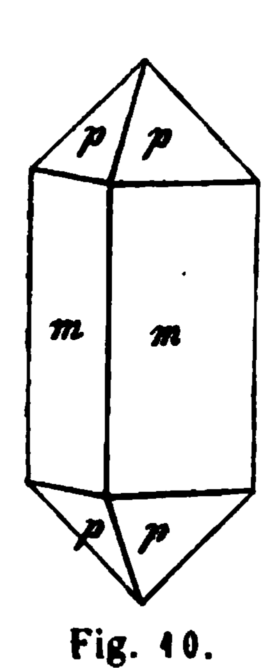


Fig. 10.

		Gemessen:	Berechnet:
(110)	(1$\bar{1}$0)	*83° 16′	—
(111)	(110)	32 23½	32° 27′
	(1$\bar{1}$1)	*68 11½	—
	($\bar{1}$11)	78 45	78 12
	(11$\bar{1}$)	—	64 54

Die Krystalle schmelzen bei 208°.

Die Ebene der optischen Axen ist die Ebene (010); die erste Mittellinie fällt mit der Axe *c* zusammen und ist negativ. Durch eine Spaltungsplatte nach (001) wurde der Axenwinkel in Oel gemessen

$2H_a$ für *Li*-Licht $= 90° 25'$
Na » $= 92\ 38$
Tl » $= 95\ 13$

Auf S. 304 dieser Zeitschrift hat H. Bücking die Krystallform des Acetanilids beschrieben, zu dessen geometrischen Constanten diejenigen des Nitro-Substitutionsproductes in sehr naher Beziehung stehen, obwohl die Ausbildung der Krystalle beider Verbindungen eine wesentlich verschiedene ist. Beide Körper gehören dem rhombischen Systeme an und ihre Axenverhältnisse sind fast gleich gross, wenn die von Herrn Bücking als primär angenommene Pyramide als eine mit zweifacher Verticalaxe betrachtet wird.

Acetanilid	$a:b:c = 0{,}8488 : 1 : 1{,}0335$
Paranitroacetanilid	$= 0{,}8889 : 1 : 1{,}0448$

Auch in diesem Falle bestätigt sich, wie man sieht, die bereits mehrfach erwähnte Thatsache von der geringen modificirenden Wirkung, welche eine einen Wasserstoffatom substituirende Nitrogruppe auf die ursprüngliche Krystallgestalt ausübt. In unserem Falle ist am stärksten die Axe *a* geändert worden, während die Axen *b* und *c* fast genau ebenso geblieben sind.

11. Triphenylbenzol.

$C_6 H_3 (C_6 H_5)_3$.

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0{,}56616 : 1 : 0{,}76663$.

Die zur Messung verwandten Krystalle, erhalten aus der Fabrik des Herrn Dr. Th. Schuchardt in Görlitz, waren sehr regelmässig ausgebildet, aber trübe im Inneren und zeigten die Combination: b (010) $\infty \breve{P} \infty$, a (100) $\infty \bar{P} \infty$, m (110) ∞P, l (310) $\infty \bar{P} 3$, d (011) $\breve{P} \infty$. (Fig. 11 *a*.)

Nach einer freundlichen Mittheilung des Hrn. Prof. A. Knop in Carlsruhe, welcher von Hrn. Prof. Engler, daselbst, Krystalle derselben Verbindung erhalten hatte, beobachtete er ausserdem die Flächen k (012) $\frac{1}{2} \breve{P} \infty$ und p (112) $\frac{1}{2} P$, dagegen trat an seinen Krystallen das Prisma l (310) nicht auf. (Fig. 11 *b*.)

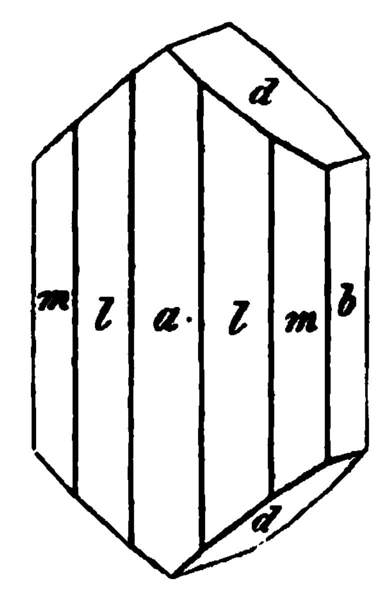


Fig. 11 *a*.

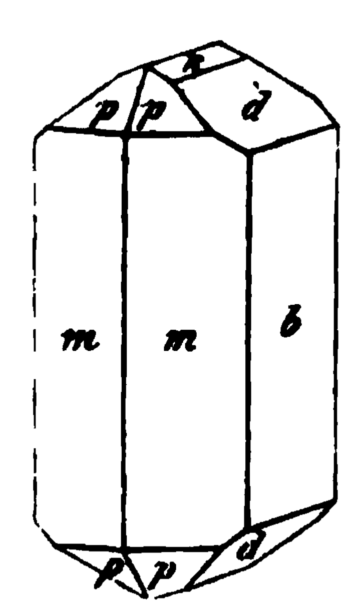


Fig. 11 *b*.

		Knop Gemessen:	Arzruni Gemessen:	Arzruni Berechnet:
(110)	(010)	60° 25′	*60° 29′	—
	(100)	—	29 37½	29° 31′
	(1̄10)	59 15	59 0½	59 2
(011)	(010)	—	52 15½	52 31½
	(01̄1)	74 57	74 41	74 57
	(110)	—	*72 33½	—
(310)	(100)	—	10 46	10 41½
	(010)	—	79 16	79 18½
	(110)	—	18 54	18 49½
(012)	(01̄2)	42 3	—	41 57
(112)	(110)	52 30	—	52 7
	(1̄12)	64 18	—	64 36
	(11̄2)	35 30	—	35 13
	(112̄)	105 0	—	104 13½

Die Krystalle zeigen einen einer Spaltbarkeit nahe kommenden flachmuscheligen Bruch nach c (001) $o P$. Zur optischen Untersuchung wurden

die schönen durchsichtigen stark lichtbrechenden Krystalle verwendet, welche Hr. A. Knop die Güte hatte, mir zur Verfügung zu stellen. — Die Ebene der optischen Axen ist das Brachypinakoïd {010}. Eine Platte nach c (001) geschliffen zeigte in Luft beide Axen mit

$$\begin{aligned} 2E \text{ für } Li\text{-Licht} &= 17^0\ 48' \\ Na \quad &= 18\ \ 25 \\ Tl \quad &= 19\ \ 27. \end{aligned}$$

Die Axe c, welche also die erste Mittellinie ist, ist zugleich die Richtung der grössten Lichtgeschwindigkeit, mithin sind die Krystalle optisch negativ. Die drei Hauptbrechungsexponenten wurden aus zwei Prismen bestimmt, von denen das erste ein natürliches, gebildet von den Flächen (110) und ($\bar{1}$10), und lieferte die Brechungsindices α und β. Als zweites Prisma diente ein von einer natürlichen Fläche (011) und einer angeschliffenen Basis (001) gebildeter brechender Winkel und ergab den Exponenten-γ. Da mit dem Lithium-Lichte keine gebrochenen Strahlen, weder für β, noch für γ beobachtet werden konnten, so ist die Ablenkung dieser beiden Strahlen blos für zwei Farben bestimmt worden.

	α	β	γ
Li	1,5202	—	—
Na	1,5241	1,8670	1,8725
Tl	1,5291	1,8848	1,8897.

Im ersten Prisma, bei dessen Einstellung auf die Minimalablenkung der ordinäre Strahl parallel der Richtung der grössten und der extraordinäre parallel derjenigen der mittleren Lichtgeschwindigkeit schwingt, zeigt sich ein auffallender Unterschied in der Deviation beider. Sind die Ablenkungswinkel δ und δ', so haben wir für den brechenden Winkel 59° 2' [(110)($\bar{1}$10)] für Natrium-Licht.

$$\begin{aligned} \delta &= 38^0\ 18' \\ \delta' &= 74\ \ 46\ , \end{aligned}$$

also für die Strahlen der grössten und mittleren Lichtgeschwindigkeit eine Differenz von 36° 28'.

Das Triphenylbenzol zeichnet sich also durch eine Stärke der Doppelbrechung aus, wie sie bis jetzt an keinem anderen Körper beobachtet worden ist.

Die Berechnung des wahren Winkels der optischen Axen mit Hülfe von β und E ergiebt:

$$\begin{aligned} 2\,V_a \text{ für } Na\text{-Licht} &= \ \ 9^0\ 50' \\ Tl \quad » \quad &= 10\ \ 17. \end{aligned}$$

Von diesen Werthen weichen die vermittelst der drei Brechungsexponenten berechneten um 1—2° ab.

12. Kohlenwasserstoff $C_{13}H_8$.

Krystalle von Hrn. W. A. van Dorp in Amsterdam.

Ueber die Darstellung und die chemische Natur dieser Verbindung vgl. C. de la Harpe und W. A. van Dorp. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. Berlin. 1875. S. 1048.

Die Krystalle behalten trotz mehrfachem Umkrystallisiren eine schön ziegelrothe Farbe und sind selbst in sehr dünnen Platten kaum durchscheinend.

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0,487 : 1 : 0,527.$

Vorherrschend treten die Flächen *m* (110) ∞P, *d* (011) $P\breve{\infty}$ und *b* (010) $\infty P\breve{\infty}$ auf. Die Combinationskante von *m* und *b* ist durch die prismatischen Formen *n* (120) $\infty P\breve{2}$ und *l* (130) $\infty P\breve{3}$ abgestumpft, während zwischen *d* und *b* noch die Fläche *k* (021) $2P\breve{\infty}$ auftritt (Fig. 12).

		Gemessen:	Berechnet:
(110)	(010)	*64° 2′	—
	(1$\bar{1}$0)	51 22	51° 56′
(120)	(010)	44 40	45 15
	(110)	18 20	18 17
(130)	(010)	34 35	34 23
	(120)	10 58	11 22
(021)	(010)	44 16	43 29
(011)	(010)	*62 12	—
	(0$\bar{1}$1)	55 17	55 36
	(110)	78 22	78 13.

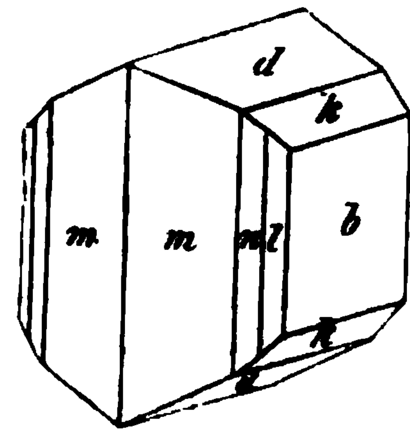


Fig. 12.

Die geringe Durchsichtigkeit der Krystalle, welche übrigens nur für homogenes rothes (*Li*) Licht vorhanden ist, gestattete keine vollständige optische Untersuchung. Es wurde blos constatirt, dass die Auslöschungsrichtungen auf den drei Symmetrieebenen mit den Symmetrieverhältnissen des rhombischen Krystallsystems im Einklange stehen.

13. Thiodiglycolamid.

$$S\begin{cases}CH.NH_2 - COOH\\ CH.NH_2 - COOH\end{cases}$$

Krystalle von Hrn. E. Schulze in Zürich.

Die Krystalle dieser Verbindung sind bereits von Hrn. E. E. Schmid, in Jena, vor längerer Zeit als tetragonal erkannt worden (Jahresb. f. Chem. 1864. S. 325). Es sind jedoch a. a. O. weder Messungen, noch Angaben über das optische Verhalten dieser Substanz angeführt.

Krystallsystem: tetragonal.

$a : c = 1 : 1,6987.$

Kleine, weisse von einer spitzen Pyramide p (111) P allein gebildeten Krystalle, mit ausgezeichneter Spaltbarkeit nach der Basis (001) OP (Fig. 13). Schmelzpunkt ca. 170°.

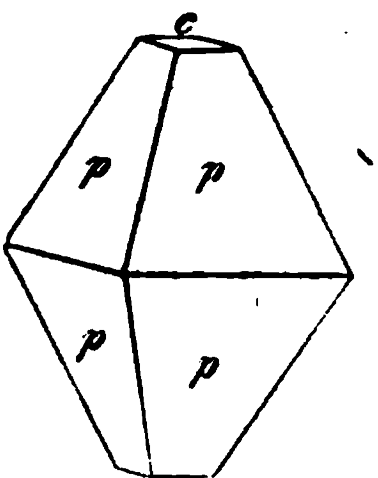


Fig. 13.

		Gemessen:	Berechnet:
(111)	(11̄1)	*45° 12′	—
	(1̄11)	81 28	81° 30½′
	(001)	67 39	67 24.

Die Hauptaxe ist die Richtung der grössten Lichtgeschwindigkeit, die Krystalle also negativ.

14. Selenodiglycolsäure.

$$Se \langle {CH_2.COOH \atop CH_2.COOH}$$

Krystalle von Hrn. E. Schulze in Zürich.
(Vgl. Ber. d. d. chem. Ges. 1875. 773.)

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$a : b : c = 3,0385 : 1 : 2,9116.$

$\beta = 84^\circ\ 41'.$

Grosse, farblose, bei 107° schmelzende Krystalle, an denen bald die eine bald die andere Querfläche stärker entwickelt ist und einen dicktafelartigen Habitus bedingt; im Allgemeinen ist jedoch der vorwaltende Habitus bedingt durch die langprismatische Entwicklung nach der Orthodiagonale (in Fig. 14 ist die Klinodiagonale von rechts nach links laufend gezeichnet). Beobachtet wurden die Formen: c (001) oP, a (100) $\infty P \infty$, d (1̄01) $+ P \infty$, f (101) $- P \infty$, m (110) ∞P und p (112) $\frac{1}{2}P$.

Fig 14.

		Gemessen:	Berechnet:
(100)	(001)	*84° 41′	—
(1̄01)	(001)	*46 19	—
	(100)	49 2	49° 0′
(110)	(001)	88 15	88 20
	(100)	71 50	71 42½
	(1̄10)	*36 35	—
(111)	(001)	56 5	56 5
	(110)	32 35	32 15
(101)	(001)	41 57	41 13½

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach (100).

Die Ebene der optischen Axen fällt mit der Symmetrieebene zusam-

men; durch (100) eine Axe fast in der Mitte des Gesichtsfeldes, die andere durch (001) ebenfalls in der Mitte des Gesichtsfeldes. Daraus der wahre Axenwinkel für Na-Licht berechnet auf circa $78^0\frac{1}{2}$; die Neigung der ersten Mittellinie gegen die Axe c beträgt circa 41^0 im stumpfen Winkel β.

15. Succinylobernsteinsäure-Diäthylester.

$$\begin{array}{l} CH_2 - CO - CH . COO\ C_2\ H_5 \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CH_2 - CO - CH . COO\ C_2\ H_5 \end{array}$$

Krystalle von Hrn. F. Herrmann in Heidelberg.

Vgl. F. Herrmann. Inaug. Diss. Tübingen 1875; Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1875, 1039 und 1877, 107.

Krystallsystem: asymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}5809 : 1 : 1{,}3614$

$\alpha = 76^0\ 49\frac{1}{2}$

$\beta = 85\quad 2\frac{1}{2}$

$\gamma = 83\quad 1$

Schöne, durchsichtige Krystalle von hellgrüner Körperfarbe mit bläulicher Fluorescenz. Dieselben zeigen, je nach der Temperatur, bei welcher sie aus einer ätherischen Lösung auskrystallisirt sind, eine verschiedene Ausbildung. Die aus einer kaltgesättigten Lösung, bei langsamer Verdunstung derselben erhaltenen Krystalle zeigen zweierlei Ausbildung: entweder sind es durch das Vorherrschen von c (001) oP tafelartige Gestalten, an denen neben dieser Fläche noch b (010) $\infty P\breve{\infty}$, a (100) $\infty P\bar{\infty}$, m (110) $\infty P',$ d (0$\bar{1}$1) $'P,\breve{\infty}$ und p (11$\bar{1}$) $P,$ (letztere sehr klein) auftreten, oder durch eine grössere Entwicklung der verticalen Zone und Vorherrschen von b (010) kurz-säulenförmige Krystalle, meistens Zwillinge nach m (110) bildend, bei denen ausser den erwähnten Flächen noch sehr klein n (6$\bar{5}$0) $\infty ',\breve{P}\frac{6}{5}$ und o (11$\bar{2}$) $\frac{1}{2}P$ hinzutreten (Fig. 15).

Aus heissgesättigter, ätherischer Lösung scheiden sich Krystalle aus, welche trotz des Auftretens derselben Flächen, sich von der vorhergehenden im Habitus dadurch unterscheiden, dass sie nadelförmig lang gezogen sind in der Richtung der Axe a. Es wurden an Krystallen der verschiedenen Typen folgende Winkelwerthe ermittelt:

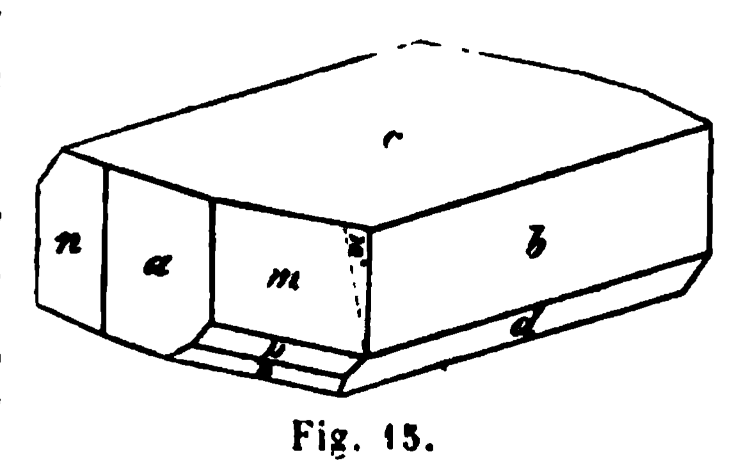


Fig. 15.

		Gemessen:	Berechnet:
(100)	(010)	*81° 27′	—
	(001)	*83 0	—

		Gemessen:	Berechnet:
(010)	(001)	*75 56	—
(110)	(100)	28 20	28° 16′
	(010)	*53 11	—
	(001)	77 28	77 43
(01$\bar{1}$)	(00$\bar{1}$)	*63 22	—
	(010)	40 45	40 42
(6$\bar{5}$0)	(100)	28 5	28 0
	(0$\bar{1}$0)	70 40	70 33
	(110)	56 4	56 16
(11$\bar{1}$)	(00$\bar{1}$)	81 45	82 0½
	(110)	20 10	20 15½
(11$\bar{2}$)	(110)	39 18	39 2½
	(11$\bar{1}$)	19 8½	18 45

Ausser den angeführten beobachteten Flächen, traten an vielen aus einer kaltgesättigten ätherischen Lösung ausgeschiedenen Krystallen stark gekrümmte Flächen mit sehr geringer Neigung zur Basis auf und bedingten in Gemeinschaft mit dieser eine Rundung, welche den Krystallen ein wetzsteinartiges Aussehen verlieh. Annähernde Messungen zeigten, dass zwei von diesen Flächen die Zeichen (118) $\frac{1}{8}P'$ resp. (10$\bar{1}$) $\frac{1}{1}$,P,∞ erhalten würden, wie aus folgenden Winkelwerthen ersichtlich.

		Gemessen:	Berechnet:
(118)	(110)	58° 53′	58° 47′½
	(001)	18 0 approx.	18 50
(10$\bar{1}$)	(100)	87 35	87 56½
	(110)	94 25	94 22½

Die Krystalle besitzen eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach m(110), weniger vollkommen nach c(001). Der Schmelzpunkt ist 126—127°.

Eine Spaltungsplatte nach m(110) zeigte, dass die Ebene der optischen Axen und die erste Mittellinie fast senkrecht auf m stehen und dass die Axenebene mit der Verticalaxe nach Unten convergirend einen Winkel von 10° einschliesst. An derselben Platte wurde der Winkel der optischen Axen in Oel gemessen und

$2H_a$ für Li-Licht = 86° 52′
» Na » = 87 36
» Tl » = 87 51

gefunden. Die Doppelbrechung ist negativ.

16. Triphenylamin.

$(C_6 H_5)_3 N$.

Krystalle von Hrn. V. Merz in Zürich.

Krystallsystem: monosymmetrisch

$a : b : c = 0{,}9913 : 1 : 1{,}4119$

$\beta = 88^0\ 38'$

Schöne hellrosenrothe tafelartige, anscheinend tetragonale Krystalle, an welchen die Formen:

$c\,(001)\,oP,\ m\,(110)\,\infty P,\ -p\,(111)\,-P,\ +p\,(\bar{1}11)\,+P,$

$d\,(\bar{1}01)\,+\bar{P}\infty$ und $b\,(010)\,\infty\grave{P}\infty$

beobachtet wurden (Fig. 16). Die Krystalle bilden meistens Zwillinge nach (001) und sind verzerrt in der Richtung einer der Combinationskanten (001) (111), so dass die beiden zugehörigen Hemipyramiden-Flächen verschieden lang entwickelt sind. Keine merkliche Spaltbarkeit.

		Gemessen:	Berechnet:
(111)	(001)	*62° 43′	—
	$(1\bar{1}1)$	*77 28	—
	(010)	51 24	51° 16′
	(110)	26 22½	26 19
	$(1\bar{1}1)$	54 30	54 34
$(\bar{1}11)$	(001)	64 5	64 16
	(010)	50 41	50 38½
	$(\bar{1}\bar{1}1)$	78 32	78 43
	(111)	*78 56	—
	$(\bar{1}1\bar{1})$	53 3	53 1
	$(\bar{1}\bar{1}1)$	51 54	51 28
	$(\bar{1}10)$	26 40	26 42
$(10\bar{1})$	$(11\bar{1})$	39 15	39 21½
	$(00\bar{1})$	55 46	55 50
(110)	(001)	89 10	89 2
	$(1\bar{1}0)$	89 31	89 29
	(110)	1 35	1 56

Fig. 16.

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; durch (001) ist eine Axe fast in der Mitte des Gesichtsfeldes sichtbar.

17. Zimmtsäure.

$C_6 H_5 . CH = CH . COOH$.

Krystalle von Hrn. V. Merz in Zürich.

Die Krystalle dieser Verbindung sind bereits im Jahre 1850 von Schabus (Sitzungsber. Wien. Acad. Bd. 5. 206, 1850) untersucht worden

Flüssigkeiten unlöslich sind, fallen gänzlich amorph aus, z. B. Schwefelmetalle*). Es ist hieraus zu schliessen, dass die Bildung krystallinischer Niederschläge auf chemischem Wege darauf beruht, dass die neugebildete Substanz sich erst in dem einen Reagens löst und dann allmählich bei fortschreitender Zerstörung desselben ausfällt, wie jede gelöste krystallisirbare Substanz bei Entziehung des Lösungsmittels.

Dass sich ferner 2) die Krystallbildung beim Erstarren geschmolzener Massen und bei der Sublimation ebenfalls auf den ersten Fall reducirt, wurde bereits in einer anderen Abbandlung**) näher begründet, woselbst wahrscheinlich gemacht wurde, dass der feste, flüssige und gasförmige Zustand eines Körpers verschiedene physikalisch isomere Modifikationen desselben sind, von denen die feste mit der flüssigen und gasförmigen mischbar ist. Der Vorgang des Erstarrens und der Sublimation kommt also ebenfalls der Ausscheidung einer Substanz aus einer Lösung in Folge der Entziehung des Lösungsmittels gleich, insofern Letzteres in diesem Falle durch fortschreitende Umwandlung zerstört wird.

Im Folgenden werden deshalb diese 4 Arten der Krystallbildung in dem bezeichneten Sinne als identisch betrachtet. Die Thatsache, dass, wie sich zeigen wird, die Erscheinungen in allen 4 Fällen durchaus analoge sind, mag diese Annahme noch bekräftigen. Die beiden unter 5) und 6) bezeichneten Fälle scheinen indess wesentlich verschieden von den betrachteten und wurden daher von der folgenden Untersuchung ausgeschlossen, deren Zweck sich demnach kurz dahin präcisiren lässt: »Die Gesetze der Krystallisation gelöster Substanzen in Folge der Entziehung des Lösungsmittels aufzufinden und zu erklären.«

Die zu besprechenden Erscheinungen können wohl am einfachsten in folgende 3 Gruppen eingetheilt werden:

1) Bildung regelmässiger Krystalle.

2) Bildung von Krystallen mit unregelmässiger Form.

3) Bildung von Krystallen mit unregelmässiger Struktur.

Bis jetzt am meisten untersucht wurde der erste Fall. Namentlich suchte man aus den Annahmen der Molekulartheorie und unter Zugrundelegung eines bestimmten Princips der Krystallstruktur die verschiedenen möglichen Arten der Krystallformen zu ermitteln und überhaupt die Bildung dieser regelmässigen Gestalten zu erklären. In vorliegender Arbeit,

---

*) Die Moleküle können sich in diesem Falle nicht zu Krystallen vereinigen, so dass beim ruhigen Zusammenbringen der betr. Reagentien nur ein dünnes Häutchen des amorphen Niederschlags entsteht, welches die weitere Einwirkung der Flüssigkeiten gänzlich hindert. Besonders schön erhält man solche Häutchen durch Anblasen von geeigneten Metallsalzlösungen mit Schwefelwasserstoff.

**) Ueber physikalische Isomerie. Diese Zeitschrift I, 97 f.

wo es sich vor Allem um Ermittelung der Bedingungen handelt, unter welchen die eine oder andere Art der Krystallbildung stattfindet, wurde nicht weiter hierauf eingegangen, da natürlich die Umstände, welche der Bildung unregelmässiger Krystalle ungünstig sind, zur Bildung regelmässiger führen. Betrachten wir also zunächst:

Die Anomalien der Form.

Man bezeichnet die hieher gehörigen Krystallisationsgebilde gewöhnlich als Wachsthumsformen oder Krystallskelette. Ausführlich wurden dieselben hauptsächlich beim regulären System an den Chloriden von Kalium, Natrium und Ammonium durch Knop*) untersucht. Ueber die in anderen Systemen krystallisirenden Substanzen sind mir nur vereinzelte Beobachtungen bekannt. Es mögen daher im Folgenden zuerst Beispiele aus allen Krystallsystemen zusammengestellt und hieraus ein empirisches, für alle Fälle giltiges Gesetz abgeleitet werden. Zuvor ist es indess nöthig, die Beobachtungsmethode kurz auseinander zu setzen, da die zu erwähnenden Erscheinungen nicht ohne Apparate zu beobachten sind.

Vor Allem ist hervorzuheben, dass die Kleinheit der Objekte mikroskopische Beobachtungsweise erfordert. Die nöthig werdende Erwärmung macht aber ferner eine derartige Einrichtung des Mikroskops nöthig, dass man mit Leichtigkeit und rasch die Temperatur des Präparats beliebig steigern oder erniedrigen kann. Wie sich Dies einfach erreichen lässt, habe ich bereits in der schon citirten Arbeit auseinandergesetzt. Es ist unter der Oeffnung des Objekttisches eine kleine Gasflamme derart angebracht, dass sich dieselbe rasch entfernen und wieder zurückbringen lässt. Die aufsteigende heisse Luft erwärmt das Präparat; durch Vergrössern oder Verkleinern der Flamme, durch Einschalten eines Glimmerschiebers und ferner durch Anblasen des Objekts von oben mit kalter Luft lässt sich alsdann die Temperatur rasch und nach Belieben reguliren.

Um nun Krystalle während ihres Wachsthums zu beobachten, bringt man einen Tropfen der Lösung auf einen Objektträger, verdampft denselben alsdann soweit, bis die Krystallbildung beginnt, legt nun das Deckglas auf und erwärmt nochmals, bis die gebildeten Krystalle wieder verschwinden. Die beim Abkühlen entstehenden Krystalle können leicht zu den erforderlichen Beobachtungen dienen, denn da man durch den beschriebenen Erwärmungsapparat die Temperatur des Präparats ganz in Händen hat, so ist man im Stande, diese Krystalle nach Belieben schnell oder langsam wachsen oder endlich sich wieder auflösen zu lassen.

Besitzt die zu untersuchende Substanz, wie z. B. Salmiak, Neigung zu

*) Molekularkonstitution und Wachsthum der Krystalle, Leipzig 1867.

efflorescîren, so verwendet man mit Vortheil statt des gewöhnlichen Deckglases ein flaches Uhrglas, das so aufgelegt wird, dass der Rand nach oben steht. Ein solches Uhrglas ist ferner sehr zu empfehlen in allen Fällen, wo die Verdunstung der Lösung störend wirkt, da man leicht die in der Mitte befindliche Lösung mit Oel umgeben und somit ihre Verdunstung völlig hindern kann.

Soll das Wachsthum der in verdunstender Lösung sich bildenden Krystalle beobachtet werden, so breite man die Lösung in dünner Schicht auf dem gut (mit Aetzkali) gereinigten Objektträger aus, bedecke sie mit einem flachen Uhrglas von etwas grösserem Durchmesser als der Objektträger, derart, dass die convexe Seite nach oben gerichtet ist, und blase nun durch den Hohlraum unter demselben mit Hülfe einer geeigneten Vorrichtung einen schwachen Luftstrom. Je nach der Intensität des letzteren wird die Verdunstung der Lösung und in Folge dessen das Wachsthum der Krystalle beschleunigt oder verzögert.

Ganz ähnlich wie die Krystallisation aus erkaltender Lösung beobachtet man den Vorgang der Erstarrung. Eine geringe Quantität der Substanz wird auf dem Objektträger geschmolzen, mit Deckglas bedeckt und nun auf den Objekttisch gebracht, woselbst man die Temperatur soweit mässigt, dass die bei momentaner Abkühlung sich bildenden Krystalle eben wieder schmelzen. Durch Drehen des Hahnes an der Leitung, welche von oben Luft zuführt, kann man alsdann die Wiederbildung derselben beliebig reguliren.

Die Krystallbildung bei Sublimation lässt sich am besten in der Weise beobachten, dass man auf einen Objektträger Etwas von der zu untersuchenden Substanz bringt, auf diesen einen zweiten Objektträger auflegt, auf dessen Unterseite zwei Glasstreifchen (Schutzleisten) mit Wasserglas befestigt sind, so dass in der Mitte zwischen beiden Objektträgern ein etwa 1—2^{mm} dicker Zwischenraum übrig bleibt. Bei Erhitzung des unteren Objektträgers condensirt sich der entstandene Dampf auf dem oberen. Soll das Produkt der Condensation krystallinisch sein, so muss dieselbe dadurch verzögert werden, dass man den Objektträger vor dem Aufbringen zuerst soweit erwärmt, bis ein vorläufig darauf gebildeter Anflug wieder verschwindet.

Zur Untersuchung der beim Zusammenbringen chemischer Reagentien entstehenden Niederschläge legt man am einfachsten erst das Deckglas auf, bringt alsdann auf die eine Seite desselben einen Tropfen der einen Flüssigkeit, so gross, dass sich dieselbe eben bis in die Mitte des capillaren Raumes zieht, alsdann auf die andere Seite soviel der zweiten, dass dieselbe die erst eingebrachte zu verdrängen sucht. In manchen Fällen, namentlich dann, wenn eine oder beide Flüssigkeiten flüchtig sind, ist es zweckmässig statt des Deckglases ein flaches Uhrglas mit dem Rande nach

oben aufzulegen. Die flüchtige Flüssigkeit kommt alsdann in die Mitte und wird rings von der weniger flüchtigen umgeben. Letztere bildet einen dicken Ring ringsherum, dessen Verdunstung lange Zeit in Anspruch nimmt. Ausserdem lässt sich das Verdunstete leicht ersetzen, ohne dass der in dem Capillarraum vor sich gehende Krystallisationsprozess gestört wird. Zum Aufbringen der Lösungen scheinen mir am zweckmässigsten kleine Pipetten, welche man sich leicht anfertigen kann, indem man ein Glasröhrchen am einen Ende auszieht und an das andere ein Stückchen Kautschuckschlauch ansetzt, welches durch einen kleinen Glasstöpsel verschlossen wird. Durch Zusammendrücken des Kautschuckschlauchs lässt sich die Luft auspressen, für welche beim Wiederausdehnen Flüssigkeit eintritt.

Dies sind die wesentlichsten Punkte, welche bezüglich der Beobachtungsmethode anzuführen sind. In einigen Fällen sind zwar zum Gelingen der Experimente noch mancherlei kleine Kunstgriffe nöthig, die sich indessen leicht von selbst ergeben, so dass ihre Besprechung hier überflüssig erscheint. Ich gehe deshalb über zur Zusammenstellung meiner Beobachtungen, unter welchen jedoch nur diejenigen berücksichtigt wurden, welche das Wesen der zu behandelnden Erscheinung am deutlichsten zeigen. Fälle, in welchen die Bildung von Krystallskeletten zwar eintrat, indess weniger deutlich, oder wo ich bezüglich der chemischen Constitution der Krystalle unsicher war (namentlich bei wasserhaltigen und Doppelsalzen, auch manchen chemischen Niederschlägen) wurden fortgelassen, weil sie sämmtlich den aus den beschriebenen Fällen hervorgehenden Gesetzen vollkommen genügen, also nichts Neues lehren und auch zur Veranschaulichung des Vorgangs Nichts beitragen würden.

1) Salmiak.

Aus Oktaedern und Würfeln entstehen bei rascherem Wachsthum zunächst Formen, wie sie in Fig. 3 dargestellt sind, nach Krystallen, welche durch Alkohol aus wässriger Lösung abgeschieden wurden. Allein solche einfachen Gebilde entstehen nur im ersten Anfange und bei relativ langsamer Krytallisation. Je grösser dagegen die Krystalle bereits sind, und je schneller sie wachsen, um so complicirter werden die sich bildenden Formen, wie man aus den Fig. 4, 5 und 6 ersehen kann, von welchen Fig. 4 und 5, *a*, *b*, *c* die Verzerrungen eines Oktaeders, Fig. 6 *a*, *b*, *c* die eines Würfels, darstellt*). Besser erhält man solche Formen beim Abkühlen der heiss gesättigten Lösung, welche zweckmässig mit etwas Gummi versetzt wird. Sehr feine und zierliche Formen entstehen auch, wenn eine dünne Schicht mit Zuckersyrup verdickter Salmiaklösung auf einer reinen Glastafel ausgebreitet und der langsamen Verdunstung (über Schwefelsäure) überlassen wird. Die erhaltenen Präparate lassen sich auch aufbewahren, wenn man durch rasches

*) Die eines Ikositetraëders s. d. Zeitschr. Taf. V, Fig. 8 *a*, *b*, *c*.

starkes Erhitzen den letzten Rest von Wasser forttreibt und nun mit Kanadabalsam ein Deckglas aufkittet. Je rascher sich die Krystalle bilden, und je mehr man die Zähigkeit der Lösung vergrössert hat, um so zarter werden die Wachsthumsformen. Die Wachsthumsrichtungen sind im allgemeinsten Falle nach Knop's Bezeichnungsweise eine Combination der oktaedrischen (Verbindungslinien der gegenüberliegenden Oktaederecken) mit den trigonalen Axen (Verbindungsl. d. gegenüberl. Ecken des Würfels). Häufig tritt indess nur oktaedrisches oder nur trigonales Wachsthum ein, ersteres namentlich bei der Ausscheidung aus wässriger Lösung, letzteres sehr schön bei der Krystallisation aus heiss mit Salmiak gesättigter Chlorcalciumlösung. Kühlt man im letzten Falle hinreichend langsam ab, so erhält man sehr scharf ausgebildete Würfel. Häufig wechseln auch die Wachsthumsrichtungen, wie z. B. bei dem in Fig. 7 abgebildeten Krystallskelett, welches zuerst trigonal (senkrecht zum Oktaeder), dann oktaedrisch (parallel den Hauptaxen) gewachsen war.

2) Salpetersaurer Baryt.

Bei der geringen Löslichkeit dieses Salzes ist es schwer, die reine wässrige Lösung rasch soweit abzukühlen oder zu verdampfen, dass die zur Entstehung der Wachsthumsformen nöthige Uebersättigung eintreten könnte. Es lässt sich Dies indess leicht dadurch erreichen, dass man die Lösung durch Gummizusatz ziemlich stark verdickt und nun in dünner Schicht auf einem Objektträger unbedeckt verdampfen lässt. Die oktaedrischen Krystalle bilden sich alsdann zu sehr zierlichen oktaedrischen Krystallskeletten aus.

3) Chlorkalium.

Auch bei diesem Salz hält es schwer, die reine wässrige Lösung hinreichend zu übersättigen. Kühlt man heiss gesättigte Lösung rasch ab oder lässt sie rasch verdunsten oder fällt sie durch Alkohol, so erhält man immer nur regelmässig ausgebildete Krystalle. Um Krystallskelette aus wässriger Lösung zu erhalten, muss man entweder äusserst dünne Schichten anwenden oder, was besser zum Ziele führt, die Zähigkeit durch Zusatz von Gelatine, Wasserglas u. dergl. steigern. Man erhält dann Formen, wie sie Fig. 8 zeigt. Noch schwieriger sind auf diese Weise die übrigens gleich gebauten Wachsthumsformen von Chlornatrium zu erhalten. Sehr schöne, indess oktaedrische Krystallskelette beider Salze entstehen aus der Lösung in geschmolzenem Salpeter, Chlorsilber u. dergl. Aehnlich wie bei Salmiak ändert sich auch hier häufig das Wachsthum, wie z. B. der in Fig. 9 dargestellte Chlorkaliumkrystall zeigt.

4) Chlorsilber.

Gewöhnlich tritt diese Verbindung in Oktaedern auf und dementsprechend sind auch ihre Wachsthumsformen in der Regel oktaedrisch.

Kleine Krystallskelette erhält man leicht bei raschem Verdunsten der Lösung in Ammoniak oder Kochsalzlösung.*) Sehr schöne grosse und fast salmiakähnlich ausgebildete entstehen beim Erstarren der geschmolzenen Masse oder der Lösung in geschmolzenem Jodsilber. Es mag noch bemerkt werden, dass die auf die letztere Art erhaltenen Krystallskelette weit massiger sind, als die aus wässrigen Lösungen. Die Schwerlöslichkeit hat also einen ähnlichen Einfluss, wie die Viskosität, indem sie die Bildung zarterer Wachsthumsformen bewirkt.

5) Phosphor.

Bekanntlich krystallisirt die gewöhnliche gelbe Modifikation in regulären Rhombendodekaedern. Die Krystallskelette sind nun derart gebaut, dass die Wachsthumsrichtungen die durch den Mittelpunkt des Krystalls gehenden Diagonalen sind. Fig. 10 *a*, *b*. Um sie zu erhalten, kann man entweder einfach Phosphor unter einem Deckglas in sehr dünner Schicht schmelzen und erstarren lassen oder, was besser ist, denselben sich aus der durch Kanadabalsam verdickten Lösung in Schwefelkohlenstoff durch Verdunsten ausscheiden lassen. Dadurch werden einerseits die Wachsthumsformen weit zarter, andererseits wird das filzartige Durcheinanderwachsen derselben vermieden, welches bei Anwendung von reinem Phosphor die Beobachtung sehr stört.

6) Kupferchlorür.

Beim Abkühlen und Verdampfen der Lösung dieser Substanz in Salzsäure verlängern sich die Ecken der entstehenden Tetraeder zu oft ziemlich grossen Wachsthumsästen, die sich wieder mit secundären besetzen. Häufig tritt eine Gabelung dieser Aeste ein, derart, dass die neuen Zweige dem Tetraeder entsprechen, welches die Ecken des ersten abstumpft. Verlangsamt man das Wachsthum, so sieht man diese Flächen wirklich auftreten.

7) Salpetersaures Ammoniak.

Die reguläre Modifikation dieses Salzes krystallisirt, wie ich bereits in der Arbeit über physikalische Isomerie, S. 106 erwähnte, in Krystallskeletten, welche den beim Salmiak besprochenen ikositetraedrischen äusserst ähnlich sehen und in der That ebenfalls eine Combination des oktaedrischen und trigonalen Wachsthums zeigen.

8) Kupferchlorid-Chlorammonium.

Dieses Doppelsalz krystallisirt beim Erkalten der heiss gesättigten wässrigen Lösung eines Gemenges von Salmiak und Kupferchlorid in schönen tetragonalen Pyramiden. Setzt man indess der Lösung etwas

*) Gewöhnlich zeigen diese wechselndes Wachsthum wie Chlorammonium, Chlorkalium und Chlornatrium.

Zuckersyrup zu und dampft in dünner Schicht ziemlich rasch ab, so erhält man ausgezeichnete Wachsthumsformen (Fig. 11), um so zierlicher, je dickflüssiger die Lösung. Bei zu viel Zuckerzusatz und zu schneller Verdampfung entstehen indess nur sehr kleine Krystallskelette, und bei hinreichender Starrheit tritt überhaupt keine Krystallisation mehr ein.

9) Kampher.

Ein sehr schönes Beispiel für Krystallskelette des hexagonalen Systems bietet sich im gewöhnlichen Kampher. Derselbe krystallisirt bekanntlich rhomboedrisch, ist aber wie Salmiak selbst aus unverdickten Lösungen nur schwierig in guten Krystallen zu erhalten. Fast immer, namentlich beim Verdunsten der Lösung in Alkohol oder Benzol, erhält man sehr zierliche Skelette, deren Axen die Verbindungslinien der gegenüberliegenden Ecken des Rhomboeders sind. (Fig. 12 *a*, *b*.) Aus der geschmolzenen Masse erhält man bei der Abkühlung zunächst reguläre oktaedrische Krystallskelette, erst nach einiger Zeit rhomboedrische. (Vielleicht beruht dies auf einer Umwandlung des rhomboedrischen Kamphers in eine reguläre physikalisch isomere Modifikation.) Aeusserst zarte und zierliche Krystallskelette entstehen, wenn durch Wasserzusatz zur alkoholischen Lösung die Löslichkeit verringert wird, wenn man also concentrirte Kampherlösung durch Wasser fällt (Fig. 13). Dieselben werden aber wieder um so massiger, je langsamer die Ausfällung geschieht. Nimmt man also verdünnte statt concentrirter Kampherlösung, so entstehen Gebilde wie sie Fig. 14 zeigt.

10) Kali-, Natron- und Ammoniaksalpeter.

Natron- und rhomboedrischer Kalisalpeter krystallisiren aus verdickten wässrigen Lösungen wie Kampher in regelmässigen 6strahligen Sternen. Mischt man jedoch immer mehr des isomorphen Ammoniaksalzes bei, so zeigt sich eine Neigung zur Bildung 12strahliger Sterne, von deren Strahlen sich indess immer nur ein Theil ausbildet, bei reinem salpetersaurem Ammoniak gewöhnlich nur 4 senkrecht zu einanderstehende, Fig. 15, so dass man versucht wäre, die Krystallskelette für tetragonale zu halten. Fig. 16 zeigt eine Form, wie sie beim Erstarren geschmolzenen Salpeters entstehen.

11) Jod.

Diese Substanz hat grosse Neigung regelmässige Krystalle zu bilden, und es ist deshalb mit einigen Schwierigkeiten verknüpft, schöne Krystallskelette derselben zu erhalten. Mit ziemlicher Sicherheit sind solche jedoch zu erlangen bei raschem Verdunsten von alkoholischer oder ätherischer Jodlösung. Die Form der Krystalle ist eine rhombische Pyramide, und entsprechend sind die Wachsthumsrichtungen die Diagonalen der letzteren, Fig. 17 *b*. Ganz ähnliches Wachsthum zeigt auch der rhombische Schwefel, aus verdunstender Lösung in Schwefelkohlenstoff (mit etwas Kanadabalsam) krystallisirend.

12) Rhombischer Kali- und Ammoniaksalpeter.

Bei langsamem Wachsthum in wässriger Lösung entstehen nur regelmässige Krystalle. Verdickt man dieselbe indess durch Zusatz von Glycerin oder Gummi, so erhält man sehr schöne Wachsthumsformen, wie sie Fig. 17*a* von rhombischem Salpeter zeigt. Die des rhombischen salpetersauren Ammoniaks sehen denselben äusserst ähnlich, wiewohl die Wachsthumsaxen krystallographisch durchaus andere sind. Für beide gilt wieder das Gesetz, dass die Stellen stärkster Zuschärfung auch die Stellen intensivsten Wachsthums sind. Es ist zu bemerken, dass man beim Salpeter zuweilen eine Aenderung des Krystallhabitus wahrnimmt, welche dann immer von einer entsprechenden Aenderung der Wachsthumsrichtungen begleitet ist. So stellt Fig. 18*a* die anfängliche Form des Krystalls dar, 18*b* die spätere; die Pfeile bedeuten die entsprechenden Wachsthumsrichtungen. Eine solche Aenderung des Wachsthums lässt sich auch leicht beobachten beim

13) Salpetersauren Silber.

Wächst nämlich der Krystall ziemlich rasch, so zeigt er die Form Fig. 19*a*, und seine Wachsthumsrichtungen sind wie bei den früher besprochenen die Diagonalen. Wird nun die Weiterbildung verzögert, so treten die Abstumpfungsflächen der Ecken auf, und die Diagonalen der Krystallform werden andere. Sowie aber Dieses eintritt, ändern sich sofort auch die Wachsthumsrichtungen, indem sie nun die Richtungen stärkster Zuschärfung der neuen Form darstellen, Fig. 19*b*.

14) Uebermangansaures Kali.

Es sind die Wachsthumsformen dieses Salzes, wofern sie in der richtigen Weise dargestellt werden, eines der zierlichsten Krystallisationspräparate, einerseits wegen ihrer ungemeinen Feinheit und Regelmässigkeit, andererseits aus Ursache ihrer schönen Färbung. Aus reinen wässrigen Lösungen wird man sich vergebens bemühen solche zu erhalten, da hieraus immer nur nahezu regelmässige Krystalle auskrystallisiren. Sehr schön sind sie dagegen zu bekommen bei Verdickung der Lösung mit schwefelsaurer Magnesia. Man setze eben so viel zu, dass bei raschem Abdampfen in dünner Schicht nur übermangansaures Kali auskrystallisirt, das übrige aber eine zähe amorphe Masse bildet. Es nehmen dann diese Krystalle die Form von äusserst feinen Krystallskeletten an, von welchen Fig. 20 Taf. XX eine kleine Gruppe bei 300facher Vergrösserung darstellt. Durch Aufkitten eines Deckglases mit Kanadabalsam lassen sich diese Präparate leicht haltbar machen.

15) Ferridcyankalium.

Die monosymmetrisch krystallisirende Verbindung scheidet sich beim Abdampfen oder Erkalten heiss gesättigter wässriger Lösung in nahezu

regelrechten Krystallen aus, verdickt man dieselbe jedoch etwas durch Zusatz von Gummi, so erscheinen bald sehr eigenthümlich geformte Gebilde (Fig. 21), und bei noch grösserer Viskosität, namentlich bei Beschleunigung der Krystallisation durch Verdampfen einer dünnen Schicht erhält man sehr schöne Wachsthumsformen.

16) Chlorsaures Kali.

Wie die vorige ist auch diese gleichfalls monosymmetrisch krystallisirende Verbindung aus reiner wässriger Lösung kaum anders als in ganz regelmässigen Krystallen zu erhalten. Verdickt man indess letztere durch Gummizusatz, so wird bald das regelmässige Wachsthum gestört, und man erhält Krystallskelette wie sie Fig. 22 darstellt. Man sieht, dass auch hier nach der Richtung der schärfsten Ecken das intensivste Wachsthum stattfindet.

17) Eisenvitriol.

Es ist leicht, die etwas angesäuerte heiss gesättigte wässrige Lösung durch rasches Abkühlen zur Entstehung von Wachsthumsformen genügend zu übersättigen. Man sieht auch hier, wie bei den vorausgehenden Substanzen, bald die Ecken der sich anfänglich normal ausbildenden Krystalle unverhältnissmässig anwachsen, bis sie zu Hauptaxen eines Krystallskeletts werden, um welche sich nebenher sekundäre Aeste ansetzen, Fig. 23.

18) Kupfervitriol.

Wie bei dem eben beschriebenen lassen sich auch von diesem Salz Wachsthumsformen aus der durch rasches Eindampfen übersättigten Lösung erhalten, weit schöner und zierlicher indess bei Verringerung der Löslichkeit durch Zusatz von Alkohol. Am einfachsten richtet man den Versuch derart ein, dass man etwas Kupfervitriollösung unter ein Uhrglas bringt und nun absoluten Alkohol rings um den Rand fliessen lässt. Bei der allmählichen Mischung beider Flüssigkeiten entstehen dann Wachsthumsformen wie sie Fig. 24 zeigt. Man sieht daran sehr deutlich, dass das normale Wachsthum des Krystalls am stärksten überschritten ist an den Stellen stärkster Zuschärfung.

Aus den vorstehenden Beobachtungen lässt sich nun folgendes Gesetz erkennen:

»Ist eine Substanz in einer Flüssigkeit gelöst und scheidet sich in Folge der Entziehung des Lösungsmittels in Krystallen aus, so nehmen diese eine um so unregelmässigere Form an, je rascher ihre Bildung vor sich geht, je zäher die Lösung und je schwieriger die Substanz selbst löslich ist. Statt dass sich nämlich der Krystall, wie bei normalem Wachsthum durch ebene Flächen begrenzt, die nirgends einspringende Winkel bilden, treten in diesem Falle die Ecken sehr bald weit über die übrige Masse hervor und

zwar mit abnehmend beschleunigter Geschwindigkeit. Weiter setzen sich an die hiedurch entstandenen Aeste sekundäre an, an diese wieder tertiäre u. s. f., so dass nun der Krystall entweder nur von krummen Flächen begrenzt wird oder von solchen ebenen, welche auch einspringende Winkel bilden. Die Struktur bleibt hierbei durchaus regelmässig; denn stellt man die Bedingungen des normalen Wachsthums her, so füllen sich die Lücken bald wieder aus, und es entsteht aus dem anfänglichen Krystallskelett ein vollkommen regelmässiger Krystall, der sich höchstens durch zufällig übrig gebliebene Höhlungen (Flüssigkeitseinschlüsse) von einem normal gewachsenen unterscheidet. Aendern sich die Umstände derart, dass der Krystall seinen Habitus wechselt, so hat dies immer auch eine Aenderung der Axen maximalsten Wachsthums zur Folge, in dem Sinne, dass stets die Stellen stärkster Zuschärfung Stellen intensivsten Wachsthums bleiben.«

Es stimmt dieses empirische Gesetz nicht nur mit all den zahlreichen übrigen Beobachtungen überein, welche hier aus den angegebenen Gründen nicht aufgezählt wurden, sondern es gelang mir sogar nie eine Ausnahme davon zu erkennen, so dass es wohl mit Recht als empirisches Gesetz hingestellt werden darf. Versuchen wir nun dasselbe theoretisch abzuleiten.

Anscheinend sehr leicht wäre dies möglich unter Zugrundlegung von Vogelsang's Krystallitentheorie. Es möge daher diese zunächst kurz besprochen werden. Dieselbe gründet sich auf einen Fundamentalversuch, bei welchem Vogelsang darauf abzielte, die Krystallisation der Lösung von Schwefel in Schwefelkohlenstoff durch Zusatz eines Verdickungsmittels zu erschweren, indem er ausging von der Ansicht, dass nicht schon vom ersten Beginn der Krystallisation an der Krystall seine vollkommene Form besitze. sondern ein kurzer embryonaler Zustand vorhergehe, dessen Dauer aber durch die Viskosität der Lösung merklich vermehrt werde.

In der That beobachtete er auch bei solchen eingedickten Schwefelpräparaten beim allmählichen Verdunsten des Lösungsmittels ganz eigenthümliche, der Krystallbildung vorhergehende Vorgänge. Zunächst tritt die Bildung übersättigter Tröpfchen ein, wie sie schon Frankenheim beobachtet hatte. Diese Tröpfchen geben immer mehr und mehr des noch in ihnen enthaltenen Lösungsmittels ab und erstarren so allmählich zu festen isotropen Kügelchen — Globuliten — wie sie Vogelsang nennt.

Ist die Masse bereits sehr hart, so üben diese Globuliten weiter keine Wirkungen auf einander aus; ist sie dagegen noch genügend beweglich, so beobachtet man sehr bald ein Zusammengehen der Globuliten, entweder zu einfachen perlschnurartigen Reihen oder complicirteren rosettenartigen Gebilden, und nicht selten erkennt man ausserdem, dass diese Globulitenaggregate keineswegs ganz unregelmässige Anhäufungen sind, sondern sich die einzelnen Kügelchen nach einem bestimmten Axenschema anordnen,

wie die Kryställchen eines Krystallskeletts. In letzterem Falle haben sie allerdings bereits ihre isotrope Beschaffenheit verloren und nehmen mit der Zeit auch vollkommene äussere krystalline Form an, so dass wir zuletzt wirklich ein Krystallskelett erhalten. Vogelsang gründet nun auf diese Beobachtung folgende Theorie *): »Die Globuliten sind homogene kugelige oder ellipsoidische, ursprünglich flüssige Körper (Tropfen) mit einem gewissen Vorrath von regelmässig vertheilter oder angehäufter Molekularbewegung (Krystallisationskraft) ausgestattet, welche sie befähigt, einander anzuziehen, sich regelmässig zu gruppiren, zu vereinigen oder umzugestalten. Die innere Molekularbewegung oder die entsprechende Anziehung ist also nicht nach allen Richtungen gleich, jedoch sind die Intensitäten im Allgemeinen symmetrisch vertheilt.« — »Sie wird in ihrer Aeusserung mehr oder weniger beeinflusst von dem Widerstande, welcher in der physikalisch-chemischen Beschaffenheit der äusseren Umgebung gelegen ist.« — »Je kleiner der äussere Widerstand, um so deutlicher tritt in der resultirenden Form das Verhältniss der inneren Intensitäten nach der Richtung hervor.« — »Wird eine vollkommen polyedrische Gestaltung noch durch den äusseren Widerstand verhindert, so entstehen die Uebergangsformen und regelmässigen Aggregate, welche unter der Bezeichnung Krystalliten zusammengefasst werden.« — »Eine höhere Entwicklungsstufe der Krystalliten bilden die Krystalloide mit einheitlich geschlossener nicht immer rechtwinklig gegliederter Form und Polarisationswirkung.« (pag. 43 oben.) Die höchst entwickelten sind die eigentlichen Krystalle, »deren Primitivform subjektiv von der Zahl, Bewegungsrichtung und Intensität der Einzelglobuliten abhängig ist, objektiv aber wiederum von der äusseren Molekularbewegung nach den verschiedenen Richtungen beeinflusst werden kann.« — »Wir können die Primitivform in dieser Weise als ein Aggregat auffassen, wir können aber auch annehmen, dass ein einzelner Globulit im Momente der Entstehung jener dynamischen Einwirkung entsprechend umgestaltet wird.« — »Im letzteren Falle tritt das Molekül als dynamische Einheit an Stelle des einzelnen Globuliten.« (pag. 46.) Vogelsang scheint geneigt, die Bildung jedes Krystalls durch vorherige Globulitenbildung bedingt anzusehen. Diese Hypothese wird von Behrens, welcher nicht nur Vogelsang's Versuche in verbesserter Weise, sondern auch ähnliche bei einer ganzen Reihe anderer Substanzen anstellte, sehr bezweifelt. Er kommt zu dem Resultate, dass man unterscheiden müsse zwischen continuirlich und discontinuirlich gewachsenen Krystalliten, von denen nur die letzteren ihre Entstehung den Globuliten verdanken **). »Die erste Anlage derselben ist, soweit man sehen kann, ein aus krystallinischen Partikeln, welche schon

*) Die Krystalliten. Herausgegeben v. Ferd. Zirkel, Bonn 1875, pag. 43.

**) Die Krystalliten, Kiel 1874, pag. 105.

die Form der grösseren Krystalle derselben Substanz haben, zusammengesetztes Axenkreuz, dessen Enden das stärkste Wachsthumsbestreben haben und bei normalem Wachsthum zu Ecken des Krystalls werden.«

Die Ursache dieses Wachsthumsbestrebens sieht Behrens in einer polaren Vertheilung der Attraktion. Gestützt auf Beobachtungen bei Glycokoll in pikrinsaurem Ammoniak (welche sich indess wohl besser durch die geringere Concentration und Viscosität der Lösung in den Höfen der Krystalle erklären lassen) *), spricht er sich folgendermassen aus:

»Es darf hiernach die Existenz einer Strahlung der Attraktion, welche von dem Ende eines Mikrolithen ausgeübt wird, für bewiesen gelten, und wir gelangen nunmehr zu der Annahme, dass vor dem wachsenden Ende und rings um dasselbe die krystallisirbaren Moleküle sich so stellen müssen, dass ihre Axen maximaler Attraktion senkrecht stehen zu den konoidischen, isodynamen Flächen der Attraktion des Mikrolithen. Dadurch entstehen ungleich lange Reihen von Molekülen, deren Zahl mit der Entfernung von dem Attraktionscentrum zunimmt; zwischen die Reihen, welche mit dem wachsenden Ende in Berührung stehen, schieben sich kürzere ein, bei denen eine solche Berührung nicht möglich ist« etc. Die Höfe um die Krystalle in dickflüssigen Medien hat man sich also erfüllt zu denken von solchen Molekülreihen, die durch den Widerstand der Flüssigkeit am Ansetzen verhindert werden. »Die Hofbildung tritt deshalb um so stärker hervor, je mehr die krystallisirende Flüssigkeit in ihrer Bewegung gehindert ist.« Diese Anschauung mag wohl Behrens veranlasst haben den Satz auszusprechen: »Die Fäden weichen einander aus, sobald sich ihre Höfe berühren« (pag. 98), welcher wohl besser folgendermassen ausgedrückt würde: Die Fäden wachsen bei Berührung der Höfe nur dann weiter, wenn sie sich krümmen, sonst stellen sie ihr Wachsthum ein, denn in den Höfen fehlt die zu ihrer Vergrösserung nöthige Uebersättigung. Vor Berührung der Höfe ziehen sich nach Behrens die Krystalle, namentlich ihre Spitzen, an (zuweilen auf 0,3 mm Entfernung), ja sogar die einzelnen Theile desselben Krystalls sind im Stande auf einander einzuwirken, sobald durch irgend eine Ursache der Krystall geknickt wurde. »Dass aus der einmaligen Knickung eine continuirliche Krümmung wird, bewirkt die Anziehung der Molekülreihen vor der Spitze seitens der älteren Theile des Fadens. Solange die Spitze gerade nach vorn gerichtet ist, wirken die beiden Seitenflächen gleich stark auf sie, sobald sie nach der einen Seite abgelenkt wird, überwiegt die Anziehung dieser Seite und bringt eine fortdauernde Ab-

*) In Folge dessen der Krystall dort am leichtesten weiter wächst, aber nicht in unveränderter Form, sondern nach den später zu erwähnenden Gesetzen pinselartig verzweigt. (Fig. 25 z. B. zeigt einen derart in sehr stark durch Gummi verdickter Lösung gewachsenen Krystall von Chlornatrium.)

lenkung hervor« (p. 100). Endlich soll sich nach Behrens diese attraktorische Wirkung der Krystalle nicht nur auf solche gleicher Art erstrecken, sondern auch auf beliebige andere, ja sogar auf amorphe globulitenartige Tröpfchen (pag. 22), welche untereinander keine derartige Kraft ausüben.

Man ersieht aus diesen Darlegungen der Ansichten von Vogelsang und Behrens, wie nahe es liegt, in Hinblick auf den eigenthümlichen Vorgang der Globulitenattraktion die Entstehung der Krystallgerippe zu erklären durch ungleichmässige Vertheilung der Krystallisationskraft nach Axen maximalster Anziehung, wie es auch Knop bei seinen Betrachtungen über Krystallwachsthum *) versucht hat. Allein bei eingehenderen Untersuchungen, die ich hierüber anstellte, gelangte ich zu der Ansicht, dass diese beiden Erscheinungen durchaus verschiedener Natur sind.

Betrachten wir zunächst den ersteren Vorgang. Im Anfangszustande sind die Globuliten, wie schon erwähnt, Tröpfchen übersättigter Lösung. Die Ursache dieser Tröpfchenbildung ist zu suchen in den eigenthümlichen, mit der Temperatur und dem Mengenverhältniss der angewandten Stoffe variabeln Gleichgewichtszuständen, die sich beim Mischen mehrerer Substanzen herstellen, und welche in Folge einer Aenderung der Löslichkeitsverhältnisse mit der Temperatur, einer Bildung von Molekülverbindungen, und in Folge von Dissociationserscheinungen sehr complicirt werden können. Betrachten wir als einfachsten Fall ein Gemenge von Alkohol, Wasser und Oel. Bei ein und derselben Temperatur sind zweierlei Gleichgewichtszustände möglich, je nach der procentischen Zusammensetzung des Gemenges, entweder Oel mit Alkohol und wenig Wasser oder Wasser mit Alkohol und wenig Oel. Besitzt das Gemenge weder die Zusammensetzung der einen noch der anderen Mischung, so tritt Schichtenbildung (Tröpfchenausscheidung, Globulitenbildung) ein, indem sich die Mischung in einen Theil von der einen und in einen von der andern Zusammensetzung scheidet, deren relative Grössen zunächst durch ihre gegebene Zusammensetzung, dann aber in erster Reihe wesentlich durch die Temperatur bestimmt werden. In den meisten Fällen und namentlich den hier in Betracht kommenden werden wir es indess nicht allein mit 3, sondern mit 4, 5 und noch mehr gemischten Körpern zu thun haben, indem zu den direkt angewandten Stoffen noch atomistische oder molekulare Verbindungen derselben untereinander hinzutreten; der endliche Erfolg wird aber hierdurch nicht wesentlich geändert werden.

In ihrem Entstehungszustande sind also die Globuliten nicht einmal Tröpfchen übersättigter Lösung, sondern Uebersättigung tritt nun erst beim Verdunsten des Gemenges allmählich ein, indem die Tröpfchen immer mehr und mehr des in ihnen noch vorhandenen Lösungsmittels abgeben, so dass

*) Molekularconstitution und Wachsthum der Krystalle. Leipzig 1867.

zuletzt in Folge der zunehmenden Viscosität eine Krystallisation nicht mehr erfolgen kann und dieselben allmählich amorph erstarren*). Dies ist die Entstehungsgeschichte der Globuliten; welches sind nun die Kräfte, die sie zur Aggregation bewegen?

Die gewöhnlichste Ursache dieser Aggregation bilden wohl die Strömungen in der Flüssigkeit in Folge der capillaren Ausbreitung. Soweit mir bekannt, sind diese Strömungen erst einmal Gegenstand einer eingehenderen Arbeit gewesen. Es hat nämlich E. H. Weber**) gezeigt, dass beim Fällen von alkoholischen Harzlösungen mit Wasser sehr merkwürdige Bewegungserscheinungen auftreten. Er theilt dieselben in zwei Klassen, von denen die der ersten Art stattfinden an Luftblasen, die in Harzlösung eingeschlossen sind, die der zweiten Art an der freien Oberfläche der gemengten Flüssigkeiten. Zunächst muss hierzu bemerkt werden, dass der harzige Niederschlag keinen weiteren Einfluss hat als den, die Bewegung gut sichtbar zu machen. Auch bei Abwesenheit desselben findet letztere, wie aus den entstehenden Schlieren zu erkennen ist, mit der gleichen Stärke statt. Was nun die Ursache der Strömungen anlangt, so scheint mir, dass sich die Erscheinung einfach reducirt auf den bekannten Vorgang der capillaren Ausbreitung von Tropfen einer Flüssigkeit auf der Oberfläche einer andern. Bei den Bewegungserscheinungen erster Art befinden sich auf beiden Seiten der Luftblase Wasser und Alkohol. Der Alkohol strebt sich längs der Oberfläche des Wassers auszubreiten (Fig. 26), vermischt sich aber während dieser Bewegung mit demselben, neuer dringt nach, und so entsteht ein continuirliches Zuströmen von Alkohol gegen die Luftblase, wie es Fig. 26 andeutet. Gelingt es indess dem Alkohol, wirklich die ganze Oberfläche des Wassers zu erfüllen, so hört auch der Zufluss, wenn auch nur momentan, auf, denn bald ist die dünne Alkoholschicht absorbirt; der Zufluss beginnt von neuem, um in kurzem wieder zu erlöschen. So entstehen die bereits von Weber wahrgenommenen häufig auftretenden Pulsationen, welche oft viertelstundenlang mit wunderbarer Constanz anhalten.

Aehnlich erklären sich die Bewegungserscheinungen zweiter Art, welche allgemein bei flüchtigen Flüssigkeiten an den der Verdunstung ausgesetzten Theilen der Oberfläche stattfinden. Dort kühlt sich die Flüssigkeit durch Verdunstung ab und sinkt zu Boden, wärmere Theile steigen von unten auf, breiten sich auf der kälteren Oberfläche aus***), um bald mit ihr gleichartig zu werden, neue Mengen drängen nach, um denselben Ver-

*) Durchaus vollständig wird das Lösungsmittel in Folge der eintretenden Starrheit kaum zu entfernen sein.

**) Leipz. Ber. 1854, pag. 57—67. Pogg. Ann. 94, 447.

***) Nach Lüdtge breiten sich Tropfen wärmerer Flüssigkeiten auf kälteren von derselben Natur aus. Poggendorff's Annalen 137, 362.

lauf zu vollenden, und so zerfällt die ganze Flüssigkeit in eine Menge auf- und absteigender Partien, erstere immer inmitten der letzteren so dass sich dieselbe von oben betrachtet anscheinend in eine Menge polygonaler Felder theilt, innerhalb deren eine continuirliche Strömung von der Mitte gegen den Umfang stattfindet. Für die Erklärung der Globulitenaggregation sind namentlich diese Bewegungserscheinungen zweiter Art von Wichtigkeit, denn die Globulitenaggregate bilden sich aus verdunstenden Flüssigkeiten mit freier Oberfläche. Es ist wichtig zu bemerken, dass sich an den Begrenzungen der Flüssigkeit stets absteigende Strömung findet. Bringt man z. B. einen Tropfen Schwefelkohlenstoff mit feinen suspendirten Körnchen auf Wasser, so sieht man letztere in der Mitte auf-, am Rande absteigen (Fig. 27). Lässt man einen beliebigen Körper auf dem Tropfen schwimmen, so zeigt sich auch an dessen Rand die absteigende Bewegung (Fig. 28*)), und dasselbe tritt natürlich an allen grösseren oder kleineren auf einer flüchtigen Flüssigkeit schwimmenden Körperchen z. B. Staubtheilchen, Globuliten, Krystallen ein, ja es ist sogar nicht einmal nothwendig, dass sie gerade schwimmen, es genügt, wenn sie in der Flüssigkeit liegen, aber bis nahe an die Oberfläche heranreichen. Wäre also die Flüssigkeit erfüllt von kleinen adhäsiven Partikelchen, wie dies die Globuliten sind, so würden dieselben durch die beschriebene Bewegung einem nahe an die Oberfläche heranreichenden Körper, etwa einem Krystall oben zugetrieben und daran hängen bleiben, unten dagegen, in dem Gebiete stärkster Strömung d. h. in nächster Nähe des Krystalls, fortgeschafft. Es würde sich also unten ein globulitenfreier Hof bilden, oben dagegen würden die Globuliten auf den Krystall zuwandern. Dieser Fall findet in der That sehr häufig statt, und es hat dann das Ansehen, als würden die Globuliten der nächsten Umgebung durch den Krystall angezogen.

Diese Strömungen in Folge capillarer Ausbreitung können gleichzeitig dazu dienen, noch mehrere verwandte Bewegungserscheinungen zu erklären, z. B. die in Fig. 29 dargestellte Strömung beim Zusammentreffen von Wasser mit alkoholischer Kampherlösung**), ferner die Strömungen, wie sie an Luftblasen in von unten erwärmtem Alkohol oder besser geschmolzenem Chlorblei stattfinden, in welchen Fällen rings um die Luftblasen die Flüssigkeit in heftiger wirbelnder Bewegung sich befindet, ferner die Strömungen von Phenol gegen einen darauf gebrachten Tropfen Wasser u. s. f.. Häufig treten zu den Strömungen in der Nähe eines wachsenden Krystalls andere, von geringerer Intensität, durch Dichtigkeitsdifferenzen verursachte. In solchen Fällen strömt die übersättigte dichtere Lösung

*) In dieser Fig. (Taf. XX) ist der Körper oben auf der Mitte des Tropfens vergessen worden.

**) Fig. 29 *a* zeigt die Erscheinung im Durchschnitt, *b*) von oben betrachtet. Links ist das Wasser, rechts die alkoholische Kampherlösung. In der Nähe der Trennungsfläche scheiden sich übersättigte Tröpfchen und Kampherkrystalle aus.

unten zu und, nachdem sie ihren Ueberschuss an krystallisirbarer Substanz abgegeben hat, oben wieder weg. Diese Erscheinung lässt sich fast bei allen rasch wachsenden Krystallen, wofern nicht die erst beschriebene Bewegung damit combinirt erscheint, leicht wahrnehmen, am besten bei galvanischen Ausscheidungen (Fig. 30). Bei letzteren wird sie häufig so heftig, dass die gebildeten zarten biegsamen Krystallskelette dadurch vollständig verbogen und zerknickt werden.

Bei diesen elektrolytischen Processen tritt indess, namentlich bei Anwendung intensiver (inducirter) Ströme, noch eine zweite, weit heftigere Art der Bewegung der Flüssigkeit auf (Fig. 31 *a* u. *b*), die Dem entspricht, was man bei der Büschelentladung in Luft elektrischen Wind nennt (cf. auch Fig. 31 *c*).

Um auf die Anziehung der Globuliten zurückzukommen, möge erwähnt sein, dass neben den beschriebenen Strömungen eine weitere wichtige Ursache die Capillarattraktion ist, wie sie sich äussert zwischen zwei auf einer Flüssigkeit schwimmenden adhärirenden Kugeln. Dieser Fall tritt dann ein, wenn die Flüssigkeitsschicht so dünn oder die Globuliten so leicht sind, dass sie theilweise über die Oberfläche hervorragen. Sehr schön beobachtete ich einmal diesen Vorgang bei Schwefelglobuliten, die aus einer stark gekochten auf einem Objektträger dünn ausgebreiteten Lösung in Terpentin sich bildeten und sich durch solche Capillarattraktion zu unregelmässigen Gruppen zusammenhäuften.

Eine letzte Ursache, welche die Annäherung der Globuliten bewirkt, ist die Brown'sche Molekularbewegung, durch welche dieselben bei nicht zu grosser Viscosität der Lösung in zitternder Bewegung gehalten werden und, wenn sie zufällig zusammentreffen, aneinander adhäriren. Sind nur Globuliten allein vorhanden, so ist dieser Faktor von unbedeutender Wirkung. Sehr auffallend wird dagegen die Erscheinung, wenn dieselben wachsenden Krystallen zugetrieben werden, indem sie dann sofort krystallisiren und durch den wachsenden Krystall zu einem zierlichen viel verzweigten Aggregate aneinander gereiht werden, wie es stattfindet bei den aus verdunstendem Schwefelammonium sich bildenden Schwefelglobuliten (Fig. 32).

Es ist aber diese starre Verbindung wohl zu unterscheiden von der bisher betrachteten losen Aggregation. Hier sind die Globuliten bereits wirkliche Krystalle, während sie früher nur amorphe strukturlose Tröpfchen waren. Hatten die bis jetzt besprochenen Strömungserscheinungen immer nur zu unregelmässigen Gruppirungen der Globuliten führen können, so erzeugen dagegen solche krystalline Verbindungen unter günstigen Umständen stets mehr oder minder regelmässig gebaute (natürlich auch doppelbrechende) Aggregate, wofern nämlich nicht, wie in dem eben angeführten Versuche mit Schwefelammonium, der wachsende Krystall sich krümmt

und verzweigt. Der Vorgang ist dann folgender: Der Krystall sendet nach bestimmten Richtungen seine Wachsthumsäste aus, und sowie diese, auf einen Globuliten treffen, wandelt sich dieser in einen parallel gestellten Krystall um oder besser: Der Ast des vorhandenen Krystalls wächst rasch (in Folge der starken Uebersättigung) in den Globuliten hinein. Diejenigen Globuliten, die nicht in die Richtung der Wachsthumsäste fallen, werden aufgelöst, da ihre Löslichkeit grösser als die der krystallisirten Substanz, und da der Raum zwischen den Wachsthumsästen, wie wir sogleich weiter ausführen werden, von viel niedrigerem Concentrationsgrade ist, als der in der Nähe der wachsenden Spitzen. Durch diesen Vorgang setzen sich scheinbar die Globuliten zu einem regelrechten Krystallgerippe zusammen, während sie thatsächlich fest bleiben und nur durch den Krystall verkittet werden, eine optische Täuschung, die durch das Fortschreiten der wachsenden Spitze gegen die Globuliten zu, was das Auge leicht umgekehrt als Wanderung der Globuliten gegen die Spitze auffasst, noch bedeutend verstärkt wird, so dass leicht eine Verwechslung mit dem wirklichen Zusammengehen derselben bei Flüssigkeitsströmungen eintreten kann.

Sehr gross werden diese Aggregate selten, weil, je grösser das Gebilde wird, und je langsamer es bei zunehmender Viscosität wächst, um so weiter auch sein Hof sich ausdehnt, so dass schliesslich das wachsende Krystallskelett die Globuliten gar nicht mehr erreicht, sondern letztere sich vorher auflösen. Tritt in diesem Falle noch Weiterbildung ein, so wächst der Krystall rein als Krystallskelett ohne die durch Globuliten hervorgebrachten unregelmässigen Auswüchse weiter, gewöhnlich aber tritt Stillstand ein, indem bei der grossen Zähigkeit der Lösung und bei der geringen Menge des darin vorhandenen krystallisirbaren Materials die Vermittlung des Stoffzuflusses durch Diffusion eine ungenügende ist.

Ich glaube hiemit hinreichend ausführlich gezeigt zu haben, dass die Erklärung der Aggregation der Globuliten keineswegs die Annahme von, mit polarer Attraktionskraft begabten »Krystallembryonen« im Sinne Vogelsang's und Behrens', erfordert, so dass diese wichtigste Stütze der Ansicht, es seien die Krystallskelette Produkte einer polar vertheilten Attraktionskraft, hinfällig wird.

Immerhin konnte aber die Ansicht selbst dennoch der Wirklichkeit entsprechend sein. Dies scheint indess aus folgendem Grunde höchst unwahrscheinlich. Sind nämlich die Stellen stärksten Wachsthums in der That die Stellen maximalster Attraktion, so wäre zu erwarten, dass sie bei der Umkehrung des Vorgangs, beim Auflösen der Krystalle, am wenigsten angegriffen würden. Allein dies findet in Wirklichkeit durchaus nicht statt, sondern gerade das Gegentheil. Lässt man nämlich einen Krystall unter denselben Verhältnissen, unter welchen er beim Wachsen die Form eines Krystallskeletts annehmen würde, sich auflösen, so sieht man (Fig. 33) die Ecken am

schnellsten sich auflösen, und kurz vor dem völligen Verschwinden hat der Krystall fast immer die Form einer Kugel oder eines Ellipsoids, letztere, wenn er ursprünglich nach einer oder zwei Dimensionen unverhältnissmässig gross ausgebildet war.

Aus diesen Gründen schien es nöthig, die Ursache der betrachteten Erscheinung in etwas Anderem zu suchen, und ich glaube sie, wie nun im Folgenden gezeigt werden soll, in den rings um den Krystall herrschenden Concentrationsverhältnissen gefunden zu haben.

Ein Krystall, in eine gerade gesättigte Lösung der Substanz gebracht, kann nicht weiter wachsen, denn sonst würde die Lösung wieder verdünnt, und der Zuwachs aufs neue entfernt. Nothwendig zur Krystallbildung ist also zunächst, dass eine, wenn auch noch so geringe, Uebersättigung vorhanden sei. Denken wir uns nun in einem Punkte einer solchen übersättigten Lösung einen Krystall entstehend, so wird zweierlei eintreten: Durch das Wachsthum des Krystalls wird die Concentration in der Nähe gestört und zwar verringert, durch die Diffusion der Substanz in der Lösung wiederhergestellt, vergrössert. Die Concentration in der Nähe des Krystalls ist also abhängig 1) von der Schnelligkeit des Wachsthums, 2) von der Stärke des Diffusionsstromes. Je grösser erstere im Verhältniss zur letzteren, um so beträchtlicher wird auch die Störung der Concentration ausfallen. Welcher Art diese Störung ist, lässt sich nun leicht folgendermassen erkennen. Nehmen wir zunächst den idealen Fall, in welchem der Krystall nur substanzentziehend wirkt, ohne sich gleichzeitig zu vergrössern, und die Diffusion das Entzogene immer wieder ersetzt, dann ist offenbar die Krystalloberfläche eine Niveaufläche, denn längs ihr herrscht die Concentration der Sättigung. Eine Kugel in einiger Entfernung von dieser um den Mittelpunkt des Krystalls beschrieben ist ebenfalls eine Niveaufläche, denn auf ihr ist die Concentration nicht mehr merklich verschieden von der der Flüssigkeit fern vom Krystall. Offenbar müssen sich nun, da sich ja die Concentration stetig ändert, auch die zwischen beiden liegenden Niveauflächen stetig ändern, also Uebergangsformen zwischen der Form des Krystalls und der Kugel sein, und, was namentlich wichtig, an den Stellen stärkster Zuschärfung müssen sie sich am dichtesten drängen, dort ist also das stärkste Gefälle der Concentration, mithin der stärkste Diffusionsstrom und in Folge dessen das intensivste Wachsthum.

Gehen wir nun von diesem idealen Falle über zu dem wirklich stattfindenden. Wir werden jedenfalls der Wirklichkeit sehr nahe kommen, wenn wir die näheren Umstände der Krystallisation im idealen Falle in sehr kurzen Intervallen in folgender Weise geändert denken. Nachdem der Krystall unter den gegebenen Umständen während des ersten Intervalls gewachsen, werde nun plötzlich sein Volum um das des Aufgenommenen vergrössert und zwar an jeder Stelle entsprechend der Menge der daselbst

angelagerten Substanz. Ferner werde der Salzgehalt der Lösung um soviel vermindert, als die Diffusion in Wirklichkeit zu wenig geliefert hatte. Unter diesen geänderten Umständen wachse der Krystall nun bis zum Ende des zweiten Intervalls; aldann werde wieder seine Gestalt und die Concentration der Lösung in derselben Weise wie zu Ende des ersten Zeitabschnittes geändert u. s. f. Es ist dann klar, dass der Krystall am intensivsten wachsen muss nach den Stellen stärkster Zuschärfung und zwar mit beschleunigter Geschwindigkeit, da ja durch das Wachsthum die Zuschärfung der Ecken immer mehr zunimmt. Endlich muss die Beschleunigung eine abnehmende sein, denn durch die Abnahme der Concentration wird die Geschwindigkeit des Wachsthums verringert.

Es lässt sich selbst der Fall denken, dass die Concentration derart sinkt, dass der Krystall kaum mehr merklich weiter wächst; dann wird auch sein Wachsthum wieder regelmässiger werden, es wird die sog. »Ergänzung« eintreten, und wir werden deshalb bald überall regelmässige scharfe Kanten und Ecken hervortreten sehen. Im Weiteren wird sich der Krystall verhalten wie ein unregelmässiges Stück eines solchen, das dem langsamen Krystallisiren überlassen wurde, d. h. es werden sich allmählich immer mehr Lücken ausfüllen, bis schliesslich die vollkommen regelmässige Form erreicht ist. Es ist also hiermit dargethan, dass ein Krystall bei hinreichender Schnelligkeit der Ausbildung und ungenügender Diffusion der Lösung sich mit abnehmend beschleunigter Geschwindigkeit am meisten nach den Richtungen stärkster Zuschärfung vergrössern muss, und da ferner die Schnelligkeit der Ausbildung durch rasches Verdampfen oder Abkühlen der Lösung unter Anwendung dünner Schichten gesteigert werden kann, die Diffusion aber durch Viskosität der Lösung und Schwerlöslichkeit der Substanz vermindert wird, so ist hiermit das früher gefundene experimentelle Gesetz, wenigstens der Hauptsache nach, auch theoretisch erklärt.

Dass weiter das Wachsthum sich mit dem Krystallhabitus ändern muss, ist aus der gegebenen Erklärung ohne Weiteres ersichtlich, und über die Bildung sekundärer und tertiärer Aeste kann dieselbe leicht in folgender Weise Rechenschaft geben.

Die krummen Begränzungsflächen der einfachen Wachsthumsäste streben, wie dies ja allgemeine Eigenschaft der Krystalle ist, sich zu gesetzmässigen Krystallflächen zu ergänzen. Zunächst wird sich also in der Nähe der wachsenden Spitze, woselbst reichlicher Stoffzufluss stattfindet, eine sekundäre auf der Seitenfläche erheben, ähnlich wie jene einen Hof um sich bilden und in Folge dessen mit verstärkter Geschwindigkeit aus der Fläche hervortreten, einen sekundären Ast bilden. Der primäre hat sich indess ebenfalls verlängert und ausserhalb des Hofes des ersteren wird sich nun ganz ebenso ein zweiter sekundärer Ast ansetzen, bald darauf ausser-

halb seines Hofes ein dritter u. s. w., so dass sich während des Wachsthums des primären Astes seine Seitenflächen mit gleich abstehenden sekundären bedecken, die natürlich andern Wachsthumsästen parallel sein müssen. Ganz in ähnlicher Weise bedecken sich nun diese sekundären mit tertiären u. s. f.

Unsere Erklärungsweise vermag also über sämmtliche beobachtete Erscheinungen hinreichend Aufschluss zu geben und gewinnt dadurch grosse Wahrscheinlichkeit. Man könnte indess gegen dieselbe einwenden, dass die zu Grunde gelegte Anschauung bezüglich der Concentration der Flüssigkeit rings um den Krystall vielleicht doch nicht der Wirklichkeit entspreche, dass dort etwa die Flüssigkeit in Folge der Wirkung der Krystalloberfläche concentrirter sei und Aehnliches. Allein es lässt sich leicht der Nachweis führen, dass der von der Theorie geforderte relativ substanzarme Hof rings um einen wachsenden Krystall in der That vorhanden ist; denn seine Existenz lässt sich erkennen:

1) An der Verschiedenheit der Färbung der Lösung in der Nähe des Krystalls.

Löst man z. B. übermangansaures Kali in Wasser, dampft die Lösung auf dem Objektträger unter Deckglas stark ein und kühlt alsdann rasch ab, so sieht man die entstehenden Krystalle von einem helleren mehr röthlichen Hofe umgeben (Fig. 34), was nur daher rühren kann, dass die Flüssigkeit in der Nähe der Krystalle weniger concentrirt ist; denn bekanntlich lässt die stark concentrirte Lösung des Salzes fast nur noch die blauen Strahlen durch, die verdünnte dagegen auch die rothen. Noch auffallender zeigt sich die Verschiedenheit der Färbung bei doppeltchromsaurem Kali, welches aus heiss gesättigter wässriger Lösung beim Abkühlen auskrystallisirt. Man sieht die wachsenden Krystalle von einem ziemlich breiten hellen Hofe umgeben. Um nicht durch das rasche Verdunsten der Lösung an der Beobachtung gehindert zu werden, bringt man dieselbe vortheilhaft unter ein mit der convexen Seite aufgesetztes flaches Uhrglas und lässt rings um den Rand Oel fliessen, welches die Verdunstung nun völlig hindert.

2) An den Strömungen in Folge von Dichtedifferenzen.

Da die weniger concentrirte Lösung in der Nähe eines wachsenden Krystalls spezifisch leichter ist als die umgebende Flüssigkeit, so muss dieselbe emporsteigen und concentrirtere Lösung von unten her zuströmen, eine Erscheinung, die man fast bei jeder Substanz mikroskopisch beobachten kann, ja zuweilen sogar makroskopisch, z. B. sehr schön bei Kupfervitriolkrystallen, welche sich beim Erkalten der in einem Reagenzglas be-

findlichen Lösung am Boden bilden, von welchen man Schlieren aufsteigen sieht, wie beim Erwärmen einer Flüssigkeit (Fig. 35).

3) An dem Aufhören des Wachsthums eines Krystalls in der Nähe eines andern.

Es ist dies wieder eine Erscheinung, die sich bei sehr vielen Substanzen beobachten lässt, namentlich sehr schön bei den oben erwähnten Fällen der Krystallisation von übermangansaurem und doppeltchromsaurem Kali, woselbst man gleichzeitig sehen kann, dass wirklich der Stillstand eintritt in dem Momente wo sich die Höfe der Krystalle berühren.

4) An den in der Nähe eines wachsenden Krystalls stattfindenden Dissociationserscheinungen.

Bereits in der oben citirten früheren Arbeit erwähnte ich, dass sich um die Krystalle von Kobaltchlorür röthliche Höfe bilden, welcher Vorgang nur dadurch zu erklären ist, dass daselbst die Flüssigkeit weniger concentrirt und in Folge dessen die Rückbildung der wasserreicheren Verbindung beim Abkühlen erleichtert ist, denn das Rothwerden der Flüssigkeit d. h. die Wiederbildung des wasserhaltigen Salzes tritt bei um so niedrigeren Temperaturen ein, je weniger die Flüssigkeit concentrirt ist.

5) An der Auflösung leichter löslicher Zustände des Körpers in der Nähe wachsender Krystalle.

Bekanntlich sind die Körper im amorphen Zustande leichter löslich als im krystallisirten. Bringt man nun Partikelchen amorphen Schwefels oder Fuchsins in die Nähe wachsender Krystalle dieser Verbindungen, was sehr einfach dadurch bewerkstelligt werden kann, dass man die Lösungen derselben in durch Kanadabalsam verdicktem Terpentin, beziehungsweise in wasserreichem Alkohol rasch abkühlt, wobei sich nebeneinander Kügelchen der amorphen Verbindung und Krystalle bilden, so sieht man die letzteren weiter wachsen und in gleichem Masse rings um dieselben schon in ziemlicher Entfernung die amorphen Körnchen sich auflösen (Fig. 36).

6) An der Auflösung wasserhaltiger Verbindungen oder physikalisch isomerer Modifikationen vor einem wachsenden Krystall einer anderen Verbindung resp. Modifikation.

Die hierhergehörigen Fälle wurden bereits früher in der schon erwähnten Arbeit über physikalische Isomerie behandelt, mögen indess hier nochmals kurz besprochen werden. Sie finden statt bei Körpern, welche

Verbindungen mit verschiedenem Gehalt an Krystallwasser oder verschiedene physikalisch isomere Modifikationen zeigen. Für Lösungen solcher Substanzen ist nämlich das Mengenverhältniss der in Lösung enthaltenen Verbindungen resp. Modifikationen wesentlich durch die Temperatur bestimmt. Es kann also der Fall eintreten, dass die Lösung zwar für beide Verbindungen resp. Modifikationen übersättigt ist, indess für die eine in stärkerem Grade, so dass in dem Hofe eines wachsenden Krystalls der einen dieselbe nur für diesen noch übersättigt ist, nicht mehr für die andere. Ist also letztere in der Nähe, so muss sich dieselbe auflösen. In der That können wir diese Erscheinung bei den sämmtlichen zahlreichen hierhergehörigen Fällen ausnahmslos beobachten.

Wahrscheinlich sind dazu auch zu rechnen die bekannten Erscheinungen bei Niederschlägen von kohlensaurem Kalk (aus Chlorcalcium und kohlensaurem Natron) und Chlorblei (aus salpeters. Blei und Chlornatrium). Es scheiden sich nämlich diese Substanzen zuerst in sehr feinen, anscheinend amorphen (in Wirklichkeit aber krystallinischen) Partikelchen aus, welche sich rings um wachsende Krystalle der gewöhnlichen Art auflösen und dadurch den Stoff zur Vergrösserung der letzteren liefern.

7) An der Auflösung und chemischen Veränderung fremder Körper.

Bringt man zu Krystallen von salpetersaurem Silber concentrirte Schwefelsäure, so sättigt sich dieselbe zuerst mit schwefelsaurem Silber, und bald darauf entstehen an einzelnen Punkten Krystalle dieses Salzes. In der Nähe derselben enthält die Schwefelsäure weniger schwefelsaures Silber und wirkt deshalb intensiver, so dass sich rings um diese eine Höhlung in dem Krystall von salpetersaurem Silber bildet (Fig. 37).

8) An der Verschiedenheit des Brechungsexponenten in der Nähe wachsender Krystalle.

Sehr leicht lässt sich Dies mikroskopisch wahrnehmen, wenn man die sich aus wässriger Lösung ausscheidenden Krystalle schief beleuchtet, wobei sich um dieselben je nach den Umständen ein heller oder dunkler Hof zeigt, dessen Entstehung nur durch geringere Brechung der Strahlen in der Nähe des Krystalls zu erklären ist, was auf eine geringere Concentration der Lösung an dieser Stelle hinweist (Fig. 38).

9) An den Strömungen in Folge der Verschiedenheit der Capillarkräfte.

Auch dieser Fall wurde schon in der citirten Arbeit erwähnt. Würde nämlich die weniger concentrirte Lösung in der Nähe wachsender Krystalle

auf die freie Oberfläche der concentrirten Flüssigkeit gebracht, so wäre denkbar, dass sie sich darauf ausbreiten würde wie z. B. Alkohol auf Wasser. Wir können diesen Fall leicht dadurch herbeiführen, dass wir eine Luftblase in die Nähe eines wachsenden Krystalls bringen oder umgekehrt einen Krystall betrachten, welcher auf eine Luftblase zuwächst. Die Erscheinung der Ausbreitung wird dann eine Strömung der Flüssigkeit in der Nähe des Krystalls gegen die Luftblase zur Folge haben, ähnlich der bereits früher erwähnten, schon von Weber beobachteten Strömung von Alkohol gegen eine an Wasser grenzende Luftblase. Ist diese Strömung hinreichend stark, so wird sie selbst im Stande sein die Luftblase fortzutreiben, ein Fall welcher bei der erstarrenden Mischung von salpetersaurem Silber und salpetersaurem Natron wirklich einzutreten scheint.

Bei dickflüssigen Lösungen wird der Krystall stets der sich ausbreitenden Schicht folgen, da eben nur diese die für sein Wachsthum nöthige Leichtflüssigkeit besitzt. Sehr schön lässt sich Dies beobachten bei geschmolzener und amorph erstarrter Weinsäure während des Entglasens. Man erkennt die Höfe sehr deutlich durch die Verschiedenheit des Brechungsvermögens. Kommt nun etwa die wachsende Krystallmasse in die Nähe einer Luftblase, so breitet sich alsbald diese durchsichtige Schicht längs derselben aus wie Fig. 39*a* zeigt, und bald darauf ist die Luftblase von den Krystallen umwachsen (Fig. 39*b*). Der in der citirten Arbeit beschriebene Fall des Wachsthums der sphärokrystallinischen Modifikation von Isohydrobenzoinbiacetat, woselbst die Krystalle stets einer vorausschreitenden Vakuole nachwachsen, bildet wohl einen gewissen Uebergang zwischen dem Fortstossen und Umwachsen der Luftblasen.

Durch diese acht verschiedenartigen Nachweise scheint mir die unserer Erklärungsweise zu Grunde liegende Annahme hinreichend begründet, und es erübrigt daher nur noch die Consequenzen bezüglich der beiden andern Fälle der Krystallbildung, nämlich der durch Umwandlung physikalisch isomerer Modifikationen und durch elektrolytische Ausfällung, aufzusuchen und durch Experimente zu prüfen.

Sind nämlich, wie behauptet wurde, die Krystallskelette nicht Folge maximaler Anziehung nach gewissen Richtungen, sondern maximalen Diffusionsstromes, so sind dieselben unmöglich beim Wachsen von Krystallen in festen Körpern, wo von Diffusionsströmungen natürlich nicht die Rede ist. Dies ist in der That der Fall, wie sich ausnahmslos bei allen in meiner Arbeit über physikalische Isomerie beschriebenen Körpern mit mehreren Modifikationen beobachten lässt. Die Krystalle der stabileren Modifikation wachsen bei der Umwandlung in den meisten Fällen mit schönen ebenen Flächen, in andern mit unregelmässigen weiter, welch' letztere Erscheinung wahr-

scheinlich bedingt ist durch die nicht vollkommene Homogeneität der Substanz, die vorhandenen Spannungen etc.

Bei galvanischen Ausscheidungen von Metallen müssen natürlich ebenfalls Wachsthumsformen auftreten, wie bei der Krystallisation von übersättigten Lösungen, da das bezüglich der Concentration der letzteren in der Nähe von wachsenden Krystallen Gesagte sich auch auf jenen Fall übertragen lässt in Bezug auf die Concentration des unzersetzten Salzes. Ausserdem kommt hier noch ein neuer Faktor hinzu, welcher die Erscheinung begünstigt, insofern nämlich der meiste Stoffabsatz d. h. das schnellste Wachsthum des Krystalls an den Stellen stattfindet, an welchen das Gefälle des Potentials am grössten ist. Dass Dies an den Ecken stattfindet, braucht nach dem Vorhergehenden keiner weiteren Erörterung, denn was von den Niveauflächen der Concentration bei Lösungen gesagt wurde, gilt ebenso bei denen des Potentials. Man kann sich auch hiervon leicht durch direkte Versuche überzeugen. Bringt man nämlich kugelförmige Partikelchen eines Isolators in die vom Strome durchflossene Flüssigkeit, so nehmen diese polare elektrische Ladung an und reihen sich deshalb in der Richtung der Stromlinien zu perlschnurartigen Reihen aneinander, so dass man den Verlauf der Niveauflächen und damit die Stellen, an welchen sie sich am dichtesten drängen, wo also das Gefälle des Potentials am grössten ist, unmittelbar übersehen kann.

Der Versuch lässt sich freilich nicht ohne Weiteres an einem wachsenden Krystall anstellen, aber es genügt ja, die Erscheinung bei irgend einem Krystallmodell in irgend einer Flüssigkeit zu beobachten, da es hierbei auf die Natur des Krystalls und der Flüssigkeit durchaus nicht ankommt, sondern wesentlich nur auf das Verhältniss ihrer Leitungsfähigkeiten. Ich fertige deshalb ein Modell des betreffenden Krystalls aus Metall an und bringe dasselbe als eine Elektrode in stark verdünnte gekochte Milch, in welche die andere Elektrode eingesenkt ist. Die Fetttröpfchen der Milch dienen dann als nichtleitende Kügelchen, und ihre Aneinanderreihung beim Durchleiten des (Induktions-) Stroms wird mit Hilfe des Mikroskops beobachtet. *)

Bringt man so z. B. ein quadratisches Blättchen, welches dem Fall eines Zinnkrystalls entsprechen würde, inmitten der kreisförmig ausgeschnittenen andern Elektrode, so beobachtet man eine Vertheilung der Strom- und Niveaulinien, wie sie Fig. 41 zeigt. Es erhellt daraus, dass sich

*) Um diese Beobachtungen leicht ausführen zu können, sind zu beiden Seiten des Objekttisches Quecksilbernäpfe angebracht, welche mit den Polen eines Induktionsapparates in Verbindung stehen. Auf den Objektträger sind zwei Metallplatten aufgekittet, deren hakenförmige Fortsätze gerade in die Quecksilbernäpfe eintauchen. Ausserdem sind diese Platten mit Klemmschrauben versehen, in welche passende Elektroden eingesetzt werden können. (Fig. 40. Taf. XXI.)

die Niveaulinien an den äussersten Enden am dichtesten drängen. Dort müsste sich also im Falle eines wirklichen Zinnkrystalls, etwa in Lösung von Zinnchlorür, ein weitaus überwiegendes Wachsthum einstellen, und in der That wächst ein solcher in dieser Weise der andern Elektrode entgegen, was sich natürlich nicht mit der gleichen Vollkommenheit beobachten lässt, da gewöhnlich mehrere Krystalle auftreten und ihre Niveaulinien sich gegenseitig stören.

Da also beim Wachsthum der galvanisch ausgeschiedenen Krystalle neben dem Einfluss der Concentration noch weiter der der Vertheilung der Intensität des elektrischen Stromes zur Wirkung kommt, so erhalten wir auch in solchen Fällen mit grosser Leichtigkeit Krystallskelette, während zur Bildung regelmässig begrenzter Krystalle nöthig ist, sehr schwache Ströme anzuwenden, um dadurch die Schnelligkeit der Ausbildung auf ein Minimum zu reduciren.

Dass Schnelligkeit des Wachsthums (Stromintensität), geringe Concentration (analog der Schwerlöslichkeit in den früher betrachteten Fällen), sowie Viskosität der Lösung des Elektrolyten ebenso die Bildung der Krystallskelette fördern müssen, wie Dies beim Wachsen der Krystalle aus Lösungen der Fall war, ist ohne Weiteres einleuchtend, da ja ihr Einfluss auf die Niveauflächen der Concentration derselbe ist, wie in jenen früher behandelten Fällen, und bestätigte sich deshalb auch bei allen Versuchen, die ich in dieser Hinsicht mit Lösungen von verschiedener Concentration und (durch Gummizusatz hervorgebrachter) Zähigkeit anstellte.

Unsere Ansicht über das Wachsthum der Krystalle beruht also nicht nur auf einer experimentell begründeten Annahme, sondern sie vermag auch Rechenschaft zu geben über alle Erscheinungen der unregelmässigen Gestaltung der Krystalle bei normaler Struktur, also namentlich über:

1) das abnehmend beschleunigte Wachsthum der Krystalle nach den Ecken, sowie die Bildung der sekundären und tertiären Aeste,
2) die Aenderung der Wachsthumsrichtungen mit dem Krystallhabitus,
3) die Beförderung der Bildung von Krystallskeletten durch Schnelligkeit, Schwerlöslichkeit und Zähigkeit.

Ferner stimmen auch ihre Consequenzen, nämlich:

1) das Verschwinden der sich auflösenden Krystalle als Kugeln,
2) das Nichtauftreten der Wachsthumsformen bei Umwandlung physikalisch isomerer Körper,
3) die Begünstigung der Bildung von Wachsthumsformen durch galvanische Ausfällung

durchaus mit der Erfahrung überein. Ich halte dieselbe daher für hinreichend begründet, um zum zweiten Theile der Arbeit, der Untersuchung der Bildung der Krystalle von unregelmässiger Struktur übergehen zu können.

Die Anomalien der Struktur.

Welche merkwürdigen Gebilde durch unregelmässigen Aufbau der Krystalle sich häufig in der Natur bilden, hat insbesondere die mikroskopische Untersuchung der Gesteine gelehrt, ihre Bildung bei künstlichen Präparaten wurde namentlich von Behrens weiter verfolgt. Es zeigte sich hierbei, dass ihr Auftreten durch die gleichen Umstände befördert wird, durch welche wir auch die Bildung von Krystallskeletten hervorgerufen sehen. Ausserdem findet Behrens auch in der Adhäsion des Glases eine Kraft, welche im Stande ist, die Krystallisationskraft in ihrer Wirkung zu hemmen, da nämlich dünne auf Glasplatten ausgebreitete Schichten bei raschem Verdampfen ähnliche Erscheinungen zeigen wie verdickte Lösungen; aber genau betrachtet ist diese Wirkung wohl nur eine indirekte, da, wie schon früher bemerkt wurde, durch das rasche Verdampfen in dünner Schicht vor Allem die Schnelligkeit der Krystallisation wesentlich erhöht wird, und weiter auch die Viskosität der Lösung rasch und beträchtlich anwächst.

Was die verschiedenen Fälle von anomaler Struktur eines Krystalls anbelangt, so können wir dieselben in zwei Gruppen eintheilen: entweder ändert sich die Stellung der Moleküle continuirlich, wie bei einem gebogenen, oder plötzlich, wie bei einer Verwachsung zweier Krystalle. Der erste Fall möge im Folgenden Krümmung genannt werden, der zweite Verzweigung. Beide treten fast stets gleichzeitig miteinander auf, d. h. sie sind wohl auf die gleiche Ursache zurückzuführen und werden deshalb auch im Folgenden nicht getrennt behandelt.

Von meinen Beobachtungen führe ich wieder nur solche an, welche am besten zur Veranschaulichung der Erscheinung dienen können, denn mehr oder weniger konnte ich dieselbe fast bei allen untersuchten Substanzen wahrnehmen.

1) Isohydrobenzoinbiacetat.

Diese Substanz (vergl. d. Zeitschr. S. 126) krystallisirt aus Alkohol in eigenthümlichen krummen Krystallen, häufig einem zu einem Reife zusammengerollten Bande vergleichbar (Fig. 42). Diese Form behalten sie indess gewöhnlich nur, so lange sie noch so dünn sind, dass sich Interferenzfarben zeigen. Beim Dickerwerden strecken sie sich immer mehr und mehr gerade und werden schliesslich schöne regelmässige rhombische Krystalle. Ausser dieser Art von Krümmung tritt meist noch eine zweite senkrecht zu dieser auf, wie sie Fig. 43 veranschaulicht. Gewöhnlich lässt sich der Versuch beim gleichen Präparat nur ein einziges Mal anstellen, da nach dem Wiederauflösen die Krystalle in der Blättchen-Modifikation aus-

krystallisiren. Es scheint also, dass die prismatische Modifikation in Alkohol nur geringe Löslichkeit besitzt. Gerade umgekehrt verhält sich die Löslichkeit in Benzol, denn selbst wenn die Blättchenform in diesem Mittel gelöst wird, krystallisirt die prismatische aus und zwar in schönen grossen Krystallen, die niemals Krümmung zeigen.

2) Chromchlorid mit Quecksilberchlorid.

Dampft man ein Gemenge dieser Stoffe in wässriger Lösung auf einem Objektträger unter Deckglas bis zu ziemlich grosser Zähigkeit ein, so bilden sich beim Abkühlen sehr lange, aber äusserst dünne unter $0{,}001^{mm}$ dicke haarförmige Krystalle, die sich anfangs spiralförmig zusammen-, beim Dickerwerden dagegen wieder aufrollen. Während man bei dünnflüssigen Lösungen nur ganz gerade Nadeln erhält, nimmt unter solchen Umständen die Krystallmasse ein Aussehen an wie es Fig. 44 zeigt.

3) Hydrochinon.

Bei der Sublimation dieser Verbindung bilden sich sehr dünne krummgewachsene monosymmetrische Blättchen, deren Geradestreckung beim Dickerwerden oft mit solcher Gewalt vor sich geht, dass sie in mehrere Stücke zerspringen.

4) Kalibichromat.

Diese Substanz zeigt bei der Krystallisation in abkühlender heiss gesättigter Lösung ganz ähnliche Erscheinungen. Die sich bildenden länglichen dünn tafelartigen Krystalle drehen sich windschief (Fig. 45) und zerspringen beim Gradestrecken derart heftig, dass sie in ein Aggregat kleiner Krystalle zerfallen, die zu einem Büschel von Blättchen zusammenwachsen.

5) Wachs.

Beim raschen Abkühlen der Lösung desselben in Naphta bilden sich anfänglich radiale Aggregationen sehr dünner Blättchen (Fig. 46 *a*), allein diese Sphärolithe halten sich nicht lange, sondern springen in der Mitte auf, erweitern sich zu einem Ringe (Fig. 46 *b*), dieser zerbricht in mehrere bogenförmige Stücke (Fig. 46 *c*), jedes einzelne dieser windet und krümmt sich bei stetiger Ausdehnung, bis es schliesslich selbst wieder zerfällt, und dieses Strecken und Biegen und Theilen geht mit solcher Vehemenz vor sich, dass die ganze Krystallmasse wie belebt erscheint, indem Alles wirr durcheinander in Bewegung ist, ähnlich wie die Sporen von Equisetum, wenn dieselben auf einen Objektträger gebracht und angehaucht werden.

6) Kupferchlorid.

Häufig krystallisirt dasselbe aus der angesäuerten wässrigen Lösung in äusserst feinen Nadeln, die sich ziemlich stark krümmen und alsdann unter starken Spannungserscheinungen, die bis zum Zerspringen ansteigen, wieder gerade strecken. Einmal beobachtete ich sogar, wie ein solcher in Streckung begriffener Krystall ein relativ sehr grosses Tetraeder von Kupferchlorür zur Seite schob. Sehr schön zeigen die grösseren Krystalle den Vorgang der Verzweigung. Sobald dieselben auf irgend ein noch so unbedeutendes Hinderniss aufstossen, entsteht an der betreffenden Stelle ein pinselartiger Büschel von Zweigen, als ob der Krystall mit grosser Wucht aufgestossen und zersplittert wäre. (Fig. 47.)

7) Nitrometachlornitrobenzol.

Lässt man die α-Modifikation dieser Substanz aus der überschmolzenen Masse krystallisiren, so sieht man sehr oft den Fall eintreten, dass von irgend einem Punkte einer Nadel sich nach beiden Seiten Verzweigungen ablösen, von diesen wieder neue u. s. f., bis zuletzt das Ganze die Figur eines halben Sphärokrystalls annimmt (Fig. 48). Es scheint dieses Beispiel deutlich zu zeigen, dass die Verzweigung dadurch hervorgerufen wird, dass die neu angelagerte Schichte des Krystalls sich zu krümmen strebt, sich theilweise ablöst und dadurch Veranlassung zur Entstehung der ersten Zweige gibt, bei welchen sich nun der Vorgang wiederholt. Es würde für diese Erklärung sprechen die Beobachtung, dass die Verzweigung fast regelmässig da entsteht, wo der wachsende Krystall auf einen andern Krystall oder auch einen beliebigen Körper auftrifft, so dass beim Weiterwachsen desselben an jener Stelle eine Discontinuität, eine Trennungsfläche entsteht, welche das Ablösen der obersten Schichte erleichtern muss.

8) Salpetersaures Silber.

Es scheidet sich dieses beim Abkühlen der heiss gesättigten mit Gummi stark verdickten wässrigen Lösung in sehr zierlichen, viel verzweigten gekrümmten Krystallen aus, wie Fig. 49 zeigt. Die Präparate lassen sich aufbewahren ebenso, wie die folgenden von

9) Natronsalpeter,

welcher unter gleichen Umständen wie das salpetersaure Silber ebenfalls in sehr merkwürdig verzweigten und gekrümmten Krystallen sich ausbildet. (Fig. 50.)

10) Salpeter mit salpetersaurem Ammoniak.

Aus einer heiss gesättigten Lösung einer Mischung beider Salze erhält man beim Abkühlen sehr grosse makroskopische gekrümmte rhomboedrische Wachsthumsformen.

11) Kohlensaures Kali

unter Uhrglas durch Alkohol aus concentrirter wässriger Lösung gefällt, scheidet sich, wohl in wasserhaltigem Zustande, in sehr niedlich, baumartig verzweigten Formen aus, deren Krümmung in Fig. 51 angedeutet ist.

12) Schwefel.

Derselbe besitzt, wie schon in meiner Arbeit über physikalische Isomerie besprochen wurde, drei verschiedene krystallinische Modifikationen, die man erhält bei raschem Abkühlen der auf dem Objektträger unter Deckglas stark erhitzten geschmolzenen Masse. Alle drei bilden, wie die beigegebenen Figuren zeigen, schöne Beispiele für Krümmung der Krystalle. Fig. 52 zeigt Formen der monosymmetrischen, Fig. 53 der rhombischen und Fig. 54 solche der neugefundenen labilen Modifikation.

13) Paraffin.

Beim Abkühlen der heiss gesättigten Lösung in Benzol oder Aceton entstehen blättchenförmige, doppelt brechende Krystalle von so eigenthümlicher Krümmung, dass man sie fast eher für organische Gebilde, denn als nach starren Symmetriegesetzen aufgebaute Krystalle ansehen sollte: Fig. 55 (die Blättchen stehen auf der Kante).

14) Salpetersaurer Baryt.

Der Uebergang von regelmässig gebauten Krystallskeletten zu gekrümmten und verzweigten Formen lässt sich bei dieser Substanz besonders leicht verfolgen, wenn man nämlich die wässrige Lösung mit Gummi vermischt in dünner Schicht rasch eindampft. Die Viscosität nimmt dann sehr schnell zu, und es entstehen immer zartere Skelette, deren Aeste sich schliesslich krümmen und vielfach verzweigen, wie Fig. 56 Taf. XXII zeigt.

15) Uebermangansaures Kali.

Schon bei Behandlung der Krystallskelette wurde die Schönheit der anomalen Krystallisationsgebilde dieses Salzes hervorgehoben. Ganz dasselbe lässt sich sagen in Bezug auf die gekrümmten und verzweigten Formen, welche man besonders schön erhält durch Verdampfen einer sehr verdünnten Mischung desselben mit Wasserglas in dünner Schicht. Fig. 57 zeigt eine Gruppe solcher Gebilde bei 300facher Vergrösserung.

16) Chlorzink mit Cadmiumchlorid.

Bei nadelförmigen Krystallen tritt, wie wir dies schon bei Kupferchlorid gesehen, die Verzweigung nicht nach allen Richtungen gleichförmig ein, sondern es ist, als zerspalte sich die Nadel zu einem Pinsel. Aehnlich blättern sich tafelartige Krystalle am Rande scheinbar auf, wie dies Fig. 58

zeigt, nach Krystallen entstanden beim Abkühlen eines Gemenges von geschmolzenem Chlorzink mit Cadmiumchlorid.

17) Chlorzink.

Aus der überschmolzenen Masse krystallisirt dieses Salz, so lange dieselbe noch dünnflüssig ist, in schönen regelmässigen Krystallen, die sich indess bei eintretender grösserer Zähigkeit erst pinselartig verzweigen und schliesslich zu Sphärokrystallen ausbilden. Fig. 59, nach einem im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nikols und Dunkelstellung betrachteten Krystall gezeichnet, lässt noch deutlich den regelmässig gebildeten Kern in der Mitte erkennen. Ein sehr schönes Beispiel für vollkommen ausgebildete Sphärokrystalle bildet die labile Modifikation von

18) Isohydrobenzoinbiacetat,

welche man beim Abkühlen der überschmolzenen Masse erhält (Fig. 60). Verringert man die Zähigkeit durch Erwärmen, so lassen sich leicht die Uebergänge zu regelmässigeren Formen hervorrufen. Vollständig regelmässige Krystalle konnte ich indess nicht erhalten in Folge des niedrigen Schmelzpunktes der Substanz.

19) Kupferchlorid mit Chlorzink.

Aus der heiss gesättigten wässrigen Lösung eines Gemenges beider Salze krystallisiren beim Abkühlen Formen wie sie Fig. 61 zeigt, welche keiner weiteren Erklärung bedarf.

20) Gyps.

Fällt man Chlorcalcium mit schwefelsaurem Natron, so verzweigen sich die entstehenden Gypskrystalle sphärolithisch, und in Folge dessen entstehen bei nicht allzurascher Mischung beider Lösungen und geringer Concentration derselben Formen wie sie in Fig. 62 dargestellt sind.

21) Chlorblei.

Fig. 63 zeigt den Durchschnitt durch einen Sphärokrystall von Chlorblei, gebildet beim Zusammentreffen von Bleiessig mit Chlornatriumlösung. Solche Durchschnitte entstehen von selbst, wenn sich die Krystalle fest an die Glasfläche ansetzen, in Folge dessen sich nur die eine Hälfte ausbilden kann.

22) Schwefelsaures Blei.

Bilden sich mehrere Sphärokrystalle nebeneinander aus, so verwachsen sie häufig zu Aggregaten, wie sie Fig. 64 von schwefelsaurem Blei zeigt, erhalten durch Fällung einer Lösung von salpetersaurem Blei durch schwefelsaures Natron.

Vergleichen wir diese Beobachtungen und suchen das allgemeine Gesetz, welches sich daraus erkennen lässt, so ergibt sich Folgendes:

»Bei immer mehr zunehmender Viscosität der Lösung und Schwerlöslichkeit der krystallisirenden Substanz stellt sich der Wirkung der Krystallisationskraft ein Hemmniss entgegen, welches im Stande ist, mehr oder weniger die parallele Anlagerung der Moleküle zu hindern. Die Krystallisationskraft wirkt offenbar diesem Hinderniss entgegen, denn Krystalle, welche in Folge dieser äusseren Einflüsse, so lange sie noch sehr dünn waren, sich gekrümmt ausbildeten, strecken sich unter Spannungserscheinungen beim Dickerwerden wieder gerade. Anlässe zur Verzweigung geben manchmal beliebige fremde Körper, auf welche der Krystall aufstösst. Dieselbe tritt gewöhnlich in der Weise ein, dass die Stellen stärkster Zuschärfung sich pinselartig zerspalten, und in gleichem Sinne, wie in diesem Falle die einzelnen Zweige abgelenkt erscheinen, findet die Krümmung des Krystalls statt bei continuirlicher Strukturstörung.«

Der Theorie liegt es nun ob, diesen Einfluss des Lösungsmittels zu erklären. Im Falle zunehmender Viscosität ist ohne Weiteres ersichtlich, dass wenn dieselbe einen derart hohen Grad erreicht, dass die Flüssigkeit sich dem starren Zustand nähert, ein Punkt kommen muss, wo die Moleküle nicht mehr im Stande sind sich zu einem Krystall zu vereinigen*). Bevor dieser Punkt erreicht ist, werden zwar die Moleküle sich noch anlagern, aber weit schwerer als bei dünnflüssigen Lösungen, es muss also die Uebersättigung bedeutend anwachsen, wie dies auch thatsächlich der Fall ist. Gleiches gilt im Falle der Schwerlöslichkeit, denn die Verbreitung der krystallisirbaren Substanz in einer relativ grossen Menge von Flüssigkeit muss ebenfalls der Vereinigung der Moleküle ungünstig sein. Nun bedeutet aber Zunahme der Uebersättigung Zunahme der Wirkungssphäre des Krystalls, d. h. desjenigen Gebietes, in welchem die Krystallisationskraft, die ja als Molekularkraft mit der Entfernung rasch abnimmt, gegenüber der lösenden Kraft der Flüssigkeit noch merklich zur Wirkung kommt. Aus je grösserer Entfernung aber die Moleküle auf die Krystalloberfläche auftreffen, mit um so grösserer Geschwindigkeit gelangen sie an, um so weniger werden sie Zeit finden, sich vor ihrem Anlegen den übrigen Molekülen parallel zu richten, und es ist demnach leicht begreiflich, dass in solchen Fällen Gebilde von derart unregelmässiger Struktur entstehen können und müssen, wie die wirklich beobachteten. Dass weiter diese Anomalien der Struktur gerade

---

*) Bringt man auf eine Glasplatte eine dünne Schicht mit Gummi versetzter Lösung von Natronsalpeter und dampft rasch ein, so findet deshalb keine Krystallisation statt, man erhält eine glashelle amorphe Masse. Haucht man nun diese an, so dass sie aufweicht, so trübt sie sich alsbald in Folge der Ausscheidung von unzähligen unter dem Mikroskop erkennbaren kleinen Kryställchen von Natronsalpeter. Analoges gilt von einer rasch abgekühlten Schicht von geschmolzener Weinsteinsäure.

in der Weise ausfallen müssen wie die beschriebenen, lässt sich ebenfalls leicht einsehen. Es geht nämlich aus der Erscheinung der »Ergänzung der Krystalle« hervor, dass die Richtungen stärkster Zuschärfung die Axen maximalster Attraktion sind, und es werden sich also die abgelenkten Moleküle derart stellen, dass ihre Axen diesen möglichst parallel bleiben, was natürlich zu einer pinselförmigen Verzweigung des Krystalls nach diesen Richtungen führen muss *).

Eine Krümmung nach der einen oder andern Seite kommt nun wahrscheinlich dann zu Stande, wenn der wachsende Krystall schiefe Endflächen besitzt, und nur die eine oder andere davon sich ausbildet, so dass eine Richtung der Ablenkung der sich ansetzenden Moleküle bevorzugt ist. In der That sehen wir die Krümmung der Krystalle ebenso wechseln wie das Auftreten der einen oder anderen Endfläche. Ist ferner eine Krümmung vorhanden, und wird der Krystall unter günstigere Wachsthumsbedingungen gebracht, so werden die neu hinzutretenden Moleküle suchen sich regelmässig anzulegen und werden dadurch auf der concaven Seite einen Druck, auf der convexen einen Zug ausüben, so dass der Krystall sich wieder gerade strecken muss, wie die Experimente dies zeigten **).

Verfolgen wir endlich noch die Consequenz, die sich ergibt, für den extremsten Fall, nämlich für eine Steigerung der Schwerlöslichkeit zur Unlöslichkeit und der Viskosität zur Starrheit, so ist klar, dass sich hier die Substanz im amorphen (besser strukturlosen) Zustand ausscheiden muss, indem sich ihre Moleküle einfach ohne jede Ordnung aneinanderlegen. In der That gelingt es auf diese zwei Arten und nur auf diese, einen Körper im amorphen Zustande zu erhalten, d. h. entweder, indem man die Substanz chemisch niederschlägt durch Reagentien, in welchen dieselbe unlöslich ist, wobei der Niederschlag die Form eines beide Reagentien trennenden Häutchens annimmt (z. B. Schwefelmetalle durch Schwefelammonium gefällt), oder indem man die zähflüssige Lösung (geschmolzene Masse) rasch immer weiter concentrirt (abkühlt) bis zur Starrheit (z. B. Schwefelglobuliten, amorpher Schwefel). Da im letzteren Falle das Hemmniss der Krystallisation hauptsächlich in der Unbeweglichkeit der Moleküle besteht, so lässt sich erwarten, dass die Krystallisation herbeizuführen sei durch künstliche Bewegung der Masse, und in der That erscheinen, wenig-

*) Diese Axen maximalster Attraktion sind durchaus nicht einzig von der Constitution der krystallisirbaren Moleküle abhängig zu denken, denn die wirklich wirksame Kraft ist die Resultirende der Wirkung der Molekularkräfte des Krystalls und des Lösungsmittels, und diese kann selbstverständlich auch mit letzterem wechseln, wie denn auch bekanntlich in der That der Habitus von Krystallen, die sich unter verschiedenen Umständen ausbildeten, oft sehr verschieden ist.

**) Vielleicht sind die hierdurch hervorgerufenen inneren Spannungen die Ursache der häufig beobachteten optischen Anomalien.

stens bei nicht allzugrosser Starrheit, fast immer beim Drücken oder Ritzen Krystalle, die sich langsam vergrössern und meist zu Sphärokrystallen ausbilden. Auch im Laufe längerer Zeit mag allmählich spontan eine derartige Entglasung eintreten, da wohl der Zufall einmal mehrere Moleküle derart nahe bringen muss, dass sie sich zu einem Krystall vereinigen, wofür die Erfahrung ebenfalls Beispiele bietet (Krystallisation des amorphen Schwefels).

Hinsichtlich der Grösse des Einflusses, den die Viskosität auf die Bildung der Krystalle ausübt, lässt sich a priori einsehen, dass derselbe sehr verschieden sein muss je nach der Intensität der Krystallisationskraft; es kann also sehr wohl die eine Substanz in einer Lösung bereits in Sphärokrystallen auftreten, während eine andere noch nahezu regelmässig darin krystallisirt, wie dies in Wirklichkeit ziemlich häufig eintritt. Solange wir indess kein Mittel haben, die Krystallisationskraft in ihren beiden Wirkungen als attraktorische und richtende genau zu beurtheilen, lässt sich auch nicht zum voraus bestimmen, welcher Grad der Viskosität für die eine und andere Substanz zur Sphärolithenbildung erforderlich sein wird.

Es mag schliesslich noch bemerkt werden, dass zu erwarten steht, es werde durch den hindernden Einfluss des Lösungsmittels auch die Zwillingsbildung, d. h. die Anlagerung der Moleküle in zwar gesetzmässiger, aber nicht paralleler Stellung, befördert werden. Dies wird durch folgenden Versuch mit Chlorbaryum bestätigt. Setzt man der Lösung dieser Substanz, welche unter gewöhnlichen Umständen nur geringe Neigung zur Zwillingsbildung zeigt, Gummi als Verdickungsmittel zu, so erhält man schöne, baumartig verzweigte Krystalle mit um so zahlreicheren und feineren Aestchen, je dickflüssiger die Lösung geworden und je rascher die Krystallisation erfolgt (Fig. 65). Eine nähere Prüfung ergibt, dass immer die primären und sekundären Aestchen in Zwillingsstellung zu einander stehen. Vielleicht tritt aus gleicher Ursache wie hier die Zwillingsbildung auch so sehr häufig auf bei den natürlich vorkommenden Krystallen, welche entweder an und für sich schwerlöslichen Substanzen angehören oder aus verdickten Lösungen sich bildeten, während man bei der künstlichen Darstellung von Krystallen, wo es sich meist um weit leichter lösliche Stoffe handelt, so unverhältnissmässig selten Zwillinge erhält.

Ich glaube nun hiermit genügend dargethan zu haben, dass der besprochene Einfluss des Lösungsmittels auf die Krystallisationskraft wohl der wesentlichste Faktor ist, der die anomalen Strukturverhältnisse der schwerlöslichen oder in dickflüssigen Lösungen sich ausbildenden Krystalle veranlasst. Ausser diesem scheinen mir indess in manchen Fällen noch zwei andere Ursachen einzuwirken, die eine herrührend von capillaren Kräften, die andere von der Krystallisationskraft fremder Substanzen.

Was zunächst die ersteren betrifft, so sind damit diejenigen Kräfte gemeint, welche eine dünne, zwischen einem wachsenden Krystall und

einer festen Wand befindliche Schicht von Lösung stets wieder ergänzen. Denken wir uns z. B. einen Krystall auf einer Gallerte, welche für die betreffende Lösung permeabel ist, sich ausbilden, so wird durch die Verdunstung die Schicht Flüssigkeit zwischen Gallerte und Krystall concentrirter, der Ueberschuss an Salz wird sich an den Krystall ansetzen und so würde schliesslich die ganze Flüssigkeitsschicht verschwinden, würde sie nicht stets durch die capillaren Kräfte aus der Feuchtigkeit der Gallerte ergänzt.

Diese Ergänzung der Schicht ist mit einer gewissen Arbeitsleistung verknüpft, denn es muss dabei das Gewicht der ganzen aufliegenden Krystallmasse überwunden und zu einer mehr oder minder beträchtlichen Höhe gehoben werden. Dass Dies wirklich stattfindet, lässt sich leicht durch einen Versuch beweisen, bei welchem sowohl das Gewicht wie die Höhe der Hebung oft recht beträchtliche Werthe erreichen.

Sättigt man nämlich Kieselsäurelösung mit Chlorkalium und lässt gelatiniren, so bilden sich beim allmählichen Verdunsten des Wassers auf der Oberfläche Krystalle, welche sehr bald die Form der bekannten, auf verdampfenden Lösungen entstehenden Kochsalzpyramiden annehmen. Allein die Art und Weise ihrer Entstehung ist eine gerade umgekehrte. Während die auf verdampfender Lösung sich bildenden Krystalle mit der Spitze nach abwärts gerichtet sind, wachsen diese umgekehrt dachförmig nach oben*). Wurden sie in jenem Falle durch die Schwere abwärts gezogen, so werden sie in diesem durch die Capillarkräfte emporgehoben. Lässt man nun die Krystallisation langsam weitergehen, so erhält man sehr bald zum Dache auch die Träger, denn dasselbe erhebt sich im Verlauf weniger Tage zu einer oft zwei bis drei Centimeter betragenden Höhe auf 4 Säulen, welche die 4 Ecken des Daches unterstützen und an ihren unteren Enden beständig weiter wachsen. In diesem Zustande gleicht das Gebilde fast vollständig einer allerdings thurmartig und sehr baufällig errichteten Hütte, wie Fig. 66 zeigt. Das ganze nach seiner Spaltbarkeit untersucht erweist sich als durchaus einheitlicher, nur sehr sonderbar verzerrter Krystall. Selten findet die Erscheinung in dieser Regelmässigkeit statt, gewöhnlich biegt sich das Ganze in Folge des ungleichen Wachsthums der 4 Säulen und zerbricht zuletzt aus Ursache der leichten Spaltbarkeit des Chlorkaliums. Es ist noch hinzuzufügen, dass, so lange die Pyramide noch geschlossen ist, auch Flüssigkeit mit emporgehoben wird, indem dieselbe in den luftleeren Hohlraum der Pyramide wie in das Vacuum einer Pumpe aufsteigt.

*) Sehr schöne grosse derartige Dächer von etwa 8mm Durchmesser erhält man bei Anwendung des im Handel vorkommenden blaugrünen Vitriols an Stelle des Chlorkaliums

Würde nun umgekehrt ein solcher Krystall gehindert, sich aus der Gallerte zu erheben, etwa indem man letztere in der Wärme mit Chlorkalium sättigte und nun durch Abkühlung die Ausbildung von Krystallen innerhalb derselben veranlasste, so müsste auch umgekehrt die Gallerte zurückgedrängt werden, wie sich dies in der That beobachten lässt. Ganz ebenso schieben auch Salpeterkrystalle kleisterartige Stärke zurück, in der sie fortwachsen, und schon früher zeigte Bunsen*), dass eine thonige Schlammmasse durch wachsende Gypskrystalle gehoben werden kann, und eine weitere bekannte Thatsache ist, dass selbst Steine durch Salzlösungen, die man in ihren Poren krystallisiren lässt, zum Bersten gebracht werden können**). Wenn nun aber die wirkende Kraft derart beträchtlich ist, so lässt sich erwarten, dass bei hinreichender Dünne und Weichheit der Krystalle auch eine Rückwirkung auf letztere stattfinden werde, und es scheint deshalb nicht unmöglich, dass diese Rückwirkung manchmal als wesentlicher Faktor bei Sphärolithenbildung in dickflüssigen Medien auftritt.

Gelegentlich mag hier erwähnt sein, dass eine sehr bekannte Erscheinung, die Efflorescenz, ebenfalls zum Theil auf einer solchen Hebung der Krystalle auf dünnen Schichten der Lösung beruht. Sie zeigt zugleich deutlich das Vorhandensein einer solchen Zwischenschicht zwischen Krystall und Wand. Um den Vorgang genau zu verfolgen bringt man am besten concentrirte Lösung von Salmiak oder schwefelsaurem Ammoniak unter ein Deckglas und erwärmt etwas. Bald bilden sich am Rande Krystalle, welche nun auf das Deckglas heraufwachsen. Sie sind von einer deutlich sichtbaren Flüssigkeitsschicht umgeben, und mit Zuhilfenahme eines Mikrometers kann man sehr schön sehen, wie diese durch den Krystall weiter geschoben wird. Beim Erwärmen wird diese Randschicht immer dünner und entzieht sich schliesslich der Wahrnehmung, selbstverständlich in Folge der gesteigerten Verdunstung. Die Krystalle selbst krümmen sich dann aufwärts, so dass hohle Krystallschalen entstehen, welche mit der concaven Seite nach unten auf der Glasplatte aufliegen. Diese Krümmung wird wohl nur dadurch verursacht, dass der Krystall in die darunter befindliche Schicht Lösung hineinzuwachsen sucht, das Entzogene aber stets wieder ersetzt, und somit der Krystall in die Höhe gedrückt wird. Bei langsamer Verdunstung ist der Vorgang ein ganz anderer, indem hier die Flüssigkeit vor den Krystall gelangen und sich auf seiner Oberfläche ausbreiten kann, wobei sie natürlich allmählich verdunstet und ihren überschüssigen Salzgehalt an den Krystall abgibt. Figur 67 zeigt den Vorgang bei raschem, Fig. 68 bei langsamem Verdunsten (*a* Ansicht von oben, *b* senkrechter Durchschnitt). Da beim gänzlichen Austrocknen die Schicht zwischen Krystall

*) Annalen d. Chem. u. Pharm. v. Wöhler u. Liebig 1847, **62**, 1—59.

) cf. auch Volger, Pogg. Ann. **98, 224.

und Flüssigkeit nicht ganz ausgefüllt werden kann, da ja das Lösungsmittel verdampft, so folgt, dass hier stets ein capillarer Hohlraum übrig bleiben muss. Es lässt sich dies experimentell bestätigen, wenn man eine Schale, an der sich eine Salzkruste durch Efflorescenz emporgezogen hat, trocknet und nun mit Wasser übergiesst. Letzteres dringt sofort in den capillaren Hohlraum ein, und in Folge dessen löst sich nun die ganze Masse leicht von den Wänden ab, bevor sie noch merklich durch das Wasser angegriffen wurde. Auch eine andere, manchmal sehr lästige Erscheinung beweist das Vorhandensein eines solchen Hohlraums. Wächst nämlich eine Salzkruste erst an der Innenseite eines Gefässes herauf, dann an der Aussenseite herab, so kommt bald ein Punkt, wo der Capillarraum als Heber wirkt, und sich in Folge dessen die ganze im Gefäss enthaltene Flüssigkeitsmasse durch diesen Capillarraum entleert.

Gehen wir nun über zu jenem zweiten erwähnten Fall, der Störung der normalen Struktur eines Krystalls durch die Krystallisationskraft einer fremden Substanz. Ein sehr schönes Beispiel bilden Krystalle von Kupferchlorid, wie sie aus der heiss gesättigten Lösung eines Gemenges von Kupferchlorid mit Chlorkalium oder besser Chlorammonium beim Abkühlen sich ausscheiden. Wie schon früher bemerkt, krystallisirt dasselbe aus reiner wässriger Lösung in schönen prismatischen Nadeln, aus einem derartigen Gemische aber in kreuzförmigen Gestalten, wie sie Fig. 69 zeigt. Der Grund dieser Abnormität erhellt sofort, wenn man das Mengenverhältniss in der Weise abändert, dass das Kupferchlorid vorherrscht. Es bilden sich dann zuerst regelmässige Nadeln von Kupferchlorid. An diese setzen sich dann Krystalle des tetragonalen Doppelsalzes Kupferchlorid-Chlorammonium in regelmässiger Stellung an, wie dies in Fig. 70 dargestellt ist. Erwärmt man nun etwas und lässt wieder abkühlen, so setzen sich an die Spitzen des letzteren wieder Kupferchloridkrystalle und zwar an die seitlichen Ecken senkrecht zum ursprünglichen Krystall, da diese Richtung in Folge der tetragonalen Krystallstruktur des Doppelsalzes mit jener gleichberechtigt ist. Vergrössert man nun den Gehalt an Salmiak immer mehr, so krystallisiren schliesslich Kupferchlorid und Salmiakkrystalle ganz wirr, indess in regelmässiger Stellung, durcheinander, so dass ganz unförmliche opake Gebilde entstehen, wie eines Fig. 71 zeigt. Erwärmt man, so zerfallen diese unförmlichen Klumpen in Salmiakstaub und Lösung von Kupferchlorid. Lässt man alsdann wieder erkalten, so entsteht aus jedem solchen Staubkorn ein Kreuz, wie das in Fig. 69 dargestellte. Es rührt dies daher, dass auf den Salmiakstaub sich in regelmässiger Stellung ein Ueberzug des Doppelsalzes absetzt und an diesen wieder die Nadeln des Kupferchlorids. Die Stellung des Doppelsalzes gegen Salmiakkrystalle kann man leicht ermitteln, wenn man ein Gemenge von wenig Kupferchlorid mit viel Salmiak krystallisiren lässt. Letzterer scheidet sich zuerst aus in trigonalen Wachsthumsformen,

und an diese setzen sich dann die Krystalle des Doppelsalzes an (Fig. 72).

In dem besprochenen Falle bildet also die Krystallisationskraft einer fremden Substanz den Anlass zu einer Abzweigung des Krystalls. Diese Einwirkung der Krystallisationskraft einer Substanz auf die Moleküle einer anderen scheint eine sehr verbreitete Erscheinung zu sein.

Schon Frankenheim hat auf einen sehr eklatanten Fall dieser Art hingewiesen, indem er zeigte, dass Kalkspath in einer Lösung von Natronsalpeter weiter wächst, was sich besonders mikroskopisch sehr gut beobachten lässt und vielleicht als einfaches Mittel benutzt werden kann, Kalkspath von Arragonit zu unterscheiden in Fällen, wo dies in Folge der Kleinheit oder Unvollkommenheit der Krystalle anders nicht möglich ist. Auch die bekannten Erscheinungen des Ansetzens von Rutil an Eisenglanz, Kupferkies an Fahlerz, Natron- an Kalifeldspath etc. sind wohl hieherzuzählen. Ich selbst habe weiter folgende Fälle beobachtet:

1) Cadmiumchlorid und Chlorzink.

An den Rand der hexagonalen Tafeln des ersteren Salzes setzen sich beim Erkalten der gemengten Lösungen die Nadeln von Chlorzink an (Fig. 73).

2) Jod und Jodblei.

Beim Fällen von salpetersaurem Blei durch Jodlösung in Jodkaliumlösung entstehen zunächst Jodkrystalle, an welche sich die Tafeln des Jodblei ansetzen (Fig. 74).

3) Quecksilberchlorid mit Cadmiumchlorid.

Beim Ausscheiden beider aus saurer wässriger Lösung setzen sich die Krystalle des letzteren an die rechtwinkligen Wachsthumsformen des ersteren parallel an (Fig. 75).

4) Schwefelsaurer Baryt.

Durch Verdampfen der Lösung in Schwefelsäure entsteht zunächst die gewöhnliche Form. Beim allmählichen Wasseranziehen der Lösung bilden sich (tetragonale) Krystalle, welche sich an erstere ansetzen (Fig. 76).

5) Chlorkalium und Jod.

Jodkalium mit stark saurer wässriger Lösung von Nickelchlorid zusammengebracht gab einen Niederschlag von Jod und Chlorkalium, welch letzteres sich an ersteres ansetzte (Fig. 77).

6) Manganchlorid und Chlorkalium.

An die entstehenden grossen doppelbrechenden Krystalle (eines Doppelsalzes?) setzen sich kleine gelbe Oktaeder an (Fig. 78).

7) Chromchlorid mit Quecksilberchlorid.

Die wohlausgebildeten Wachsthumsformen des Quecksilberchlorids besetzen sich beim Erkalten der Lösung beider Salze mit feinen parallel gestellten Nädelchen (Fig. 79).

8) Wasserärmeres und wasserreicheres Kobaltchlorür.

Die gegenseitige Beziehung dieser beiden Verbindungen wurde bereits in der mehrfach citirten Arbeit über physikalische Isomerie besprochen*). Beim Abkühlen setzen sich an die Krystalle des wasserärmeren Salzes die des wasserreicheren an, wie Fig. 3 *a* Taf. V d. Z. zeigt, umgekehrt beim Erwärmen an die wasserreicheren die wasserärmeren (Fig. 4 *a* ebenda).

9) Wasserfreies und wasserhaltiges Eisenchlorür.

Auch dieses Salz wurde bereits in der citirten Arbeit (S. 102) besprochen. Unter den gleichen Umständen wie beim vorigen setzen sich an die Krystalle des wasserfreien die des wasserhaltigen an und umgekehrt (Fig. 1 u. 2. Taf. V).

10) Rhombisches salpetersaures Ammoniak und Salmiak.

Beim Erkalten der Lösung eines Gemenges beider Salze in verdünntem Glycerin setzen sich an die Krystalle des rhomb. salpeters. Ammoniaks die des Salmiaks an, wie Fig. 80 zeigt.

11) Rhomboedrisches salpetersaures Ammoniak und Salmiak.

Unter im Uebrigen gleichen Umständen, aber bei höherer Temperatur setzen sich an die Salmiakkrystalle die rhomboedrischen des salpeters. Ammoniaks (Fig. 81).

12) Reguläres salpetersaures Ammoniak und Salmiak.

An die oktaedrischen Wachsthumsformen des Salmiaks setzen sich die oktaedrisch-trigonalen des reg. salpeters. Ammoniaks in paralleler Stellung an (Fig. 82).

13) Kali- und Natronsalpeter mit Chlorkalium oder Chlornatrium.

Ganz ähnliche Erscheinungen wie die unter 10 und 11 beschriebenen zeigen sich auch bei diesen Substanzen beim Erstarren eines Gemenges derselben im geschmolzenen Zustande. Es ist indess nicht ganz leicht, wie auch in den unter 10, 11 und 12 erwähnten Fällen, die Krystalle schön isolirt zu erhalten, gewöhnlich wachsen sie zu unförmlichen Gebilden wirr

*) D. Z. p. 99. Die Salze sind dort irrthümlich als »wasserfrei« und »wasserhaltig« bezeichnet; auch ist die Farbe des ersteren nicht blau, sondern hellrothviolett.

durcheinander, wie dies schon bei Kupferchlorid-Chlorammonium bemerkt wurde. Es entstehen dann trübe Krystalle, deren Trübung eben veranlasst wird durch die staubförmigen Einschlüsse der andern Substanzen. Merkwürdigerweise kommen solche eigenthümliche, aus zweierlei Substanzen gebaute Krystalle auch bei isomorphen Körpern vor, z. B. bei Chlorkalium mit Chlorsilber oder Chlorsilber mit Jodsilber*) (aus dem geschmolzenen Zustande erstarrend).

Noch sonderbarer ist, dass unter manchen Umständen isomorphe Substanzen überhaupt nicht aneinander wachsen. Bereits Knop hat darauf aufmerksam gemacht, dass Chlorkalium und Chlorammonium unter Umständen nicht aneinander weiter wachsen und daraufhin den Satz ausgesprochen: »Krystalle, welche in der Richtung einer Art von Axen gewachsen sind, können nicht gleichmässig weiter wachsen in einer Lösung derselben Substanz, wenn diese eine andere Wachsthumsrichtung bedingt, auch können unter so verschiedenen Bedingungen isomorphe Körper sich ebensowenig mischen als über einander fortwachsen. Die Isomorphie ist demnach auch durch gleiche Wachsthumsart bedingt.«

Wenn nun auch die Thatsache, dass sich (trigonal gewachsene) Chlornatriumwürfel in richtiger Stellung an (oktaedrisch gewachsene) Chlorsilberkrystalle ansetzen (Fig. 83), wie ich Dies beobachtete beim Verdunsten eines Gemisches beider Stoffe in ammoniakalischer wässriger Lösung, darauf hindeutet, dass jener Satz in solcher Allgemeinheit nicht haltbar ist, so scheint dennoch der verschiedene Habitus isomorpher Krystalle zuweilen ein wesentliches Hinderniss ihres Ansetzens. So z. B. ist es mir nicht gelungen, Krystalle von Salpeter und salpetersaurem Silber zum wechselseitigen Ansetzen zu bringen, selbst wenn sie sich wirr durcheinander aus derselben Lösung ausschieden, wiewohl es sehr leicht ist isomorphe Mischungen beider Salze zu erhalten. Eine noch auffallendere Erscheinung zeigte sich bei überchlorsaurem Kali mit übermangansaurem. Krystalle des ersteren in heiss gesättigte Lösung des letzteren gebracht bedeckten sich nämlich beim Abkühlen mit einer dunkel gefärbten Schicht der isomorphen Mischung beider Salze, bald darauf aber bildeten sich, unregelmässig zwischen diese zusammengesetzten Krystalle gelagert, solche von der Form des reinen übermangansauren Kali. Es scheint also auch bei isomorphen Substanzen die Schnelligkeit des Wachsthums, die Concentration u. dergl. von

*) Es möge hier gelegentlich die Berichtigung eines in meiner Arbeit »Ueber physikalische Isomerie« stehenden Irrthums eine Stelle finden. Die dort für sehr zähflüssig amorph gehaltene Modifikation des Jodsilbers ist nämlich regulär krystallinisch (Hauptform: Oktaeder) und isomorph mit Chlorsilber. Wie mir scheint, ist die Ursache jener irrigen Beobachtung darin zu suchen, dass sich auf dem durch umgeleitetes Wasser kalt gehaltenen Objektive des Mikroskops der von der Flamme aufsteigende Wasserdampf condensirte und die Trennungsfläche der flüssigen und festen Modifikation verschwommen erscheinen liess.

grossem Einfluss für das Fortwachsen der einen in der Lösung der andern zu sein, wie ja auch das regelmässige Aneinanderkrystallisiren der oben erwähnten Substanzen keineswegs unter allen Umständen stattfindet.

Vielleicht haben Einwirkungen der Krystallisationskraft einer Substanz auf die Moleküle einer andern, wie die eben besprochenen, auch Einfluss auf die Ausbildung des Krystallhabitus. Es wäre z. B. denkbar, dass im Falle der Ausbildung eines Clorkaliumkrystalls aus einem Gemenge von Kupferchlorid mit Chorkalium sich erst die in Lösung enthaltenen Moleküle des Doppelsalzes ansetzen und sofort zerfielen. Es müsste dann der Krystallhabitus ein anderer werden, als wenn sich Moleküle des reinen Salzes angesetzt hätten, da ja die Moleküle des Doppelsalzes mit anderer Intensität angezogen werden als die des einfachen. In der That bilden sich beim Anstellen des Versuchs keineswegs die schönen scharfkantigen Würfel aus, wie sie aus reinen wässrigen Lösungen erhalten werden, sondern ganz unregelmässige Gebilde, an welchen man vergeblich Anhaltspunkte zur krystallographischen Orientirung sucht*) (Fig. 84). Im günstigsten Falle entstehen oktaedrische Wachsthumsformen, indess nur von krummen Flächen begrenzt wie die des Salmiaks. Chlorkalium scheidet sich also aus der Mischung mit Kupferchloridlösung ähnlich aus wie Salmiak aus Wasser, umgekehrt aber krystallisirt letzteres, wie wir früher gesehen haben, aus der Mischung mit Chlorcalciumlösung in fast ebenso vollkommenen Würfeln, wie Chlorkalium aus Wasser. Da nun in diesem Falle die Vermuthung sehr nahe liegt, es sei die Aenderung des Krystallhabitus durch die in Lösung enthaltenen Molekülverbindungen verursacht, da ferner solche Molekülverbindungen eines Salzes, wenn auch nicht mit einem andern, so doch mit dem Lösungsmittel sehr häufig vorkommen, wie namentlich die mikroskopische Untersuchung der Krystallisationsprodukte bei verschiedenen Temperaturen lehrt, so lässt sich leicht denken, dass die eigenthümliche Aenderung des Krystallhabitus mit dem Lösungsmittel vielleicht in allen Fällen in derartigen Umständen ihren Grund habe.

Fassen wir nochmals kurz die Resultate vorliegender Abhandlung zusammen.

Durch Erhöhung der Schnelligkeit der Krystallisation, der Schwerlöslichkeit der Substanz und der Dickflüssigkeit der Lösung wird das regelmässige Wachsthum der Krystalle gestört und zwar treten auf:

1) Störungen der regelmässigen Form, in der Weise, dass die Stellen stärkster Zuschärfung mit verstärkter und zwar abnehmend beschleunigter Geschwindigkeit zu Wachsthumsästen auswachsen, an welche sich dann sekundäre und tertiäre Aeste ansetzen. Es ist diese Erscheinung

*) In Wirklichkeit sind es durchaus regelmässig aufgebaute, aber abwechselnd oktaedrisch und trigonal ausgebildete Krystallskelette.

bedingt durch die in der Nähe der Krystalle herrschenden Concentrationsverhältnisse.

2) Störungen der regelmässigen Struktur, in der Art, dass die Krystalle entweder gebogen erscheinen, oder gerade gestreckt aber mit inneren Spannungen, oder endlich mehr oder minder pinselartig verzweigt und im extremsten Falle als Sphärokrystalle. Bei allzusehr gesteigerter Schwerlöslichkeit und Viskosität treten die Moleküle überhaupt nicht mehr zu Krystallen zusammen, sondern zu amorphen Aggregaten. Es erklärt sich diese Erscheinung durch den hindernden Einfluss des Lösungsmittels auf die Wirkung der Krystallisationskraft, in einzelnen Fällen auch durch Wirkung von Capillarkräften, und zuweilen durch die gleichzeitige Wirksamkeit der Krystallisationskraft einer fremden Substanz. Im letzteren Falle wird häufig die fremde Substanz in Form kleiner Partikelchen oder in feinster Vertheilung zwischen den Molekülen des wachsenden Krystalls aufgenommen.

Erklärung der Figuren.

XXXIV. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. S. L. Penfield (in New Haven, Connect.): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Triphylin von Grafton, New Hampshire** (Americ. Journ. of Sc. III, **13**, 425, Juni 1877). Dieses seltene Mineral, bekanntlich in einem sehr glimmerreichen Granitgang bei Grafton vorkommend, findet sich daselbst in Massen von sehr verschiedener Grösse, gelegentlich von mehr als 50 Pfd. im Gewicht. Der äussere Theil derselben ist oft deutlich zersetzt, das Innere aber meist frisch und unverändert. Es hat hellblaue Farbe, Fett- bis Harzglanz und eine vollkommene Spaltungsrichtung. Spec. Gew. 3,52. Zwei sehr gut übereinstimmende Analysen gaben im Mittel:

P^2O^5	44,03
FeO	26,23
MnO	18,21
CaO	0,94
MgO	0,58
Li^2O	8,79
K^2O	0,32
Na^2O	0,13
H^2O	1,47
	100,70

Hiernach ist das Graftoner Mineral etwas reicher an Mangan und Lithium, als das von Bodenmais. Das Verhältniss $P : R$ ist 1 : 1,52, das der einwerthigen zu den zweiwerthigen Metallen 1 : 1,09, entsprechend der Formel $10\overset{I}{R}{}^3PO^4 + 11\overset{II}{R}{}^3P^2O^8$. Es ist sonach kaum zu zweifeln, dass die einfachere Formel

$$\overset{I}{R}{}^3PO^4 + \overset{II}{R}{}^3P^2O^8,$$

wie Rammelsberg (Mineralchemie 1875, p. 307) annimmt, die wahre Zusammensetzung des Minerals ausdrückt.

Ref.: E. S. Dana.

2. B. Silliman (in New Haven, Conn.): **Ueber das Zusammenvorkommen von Gold und Scheelit in Idaho und Colorado** (Americ. Journ. of Sc. III, **13**, 451, Juni 1877). Ein Handstück von der Charity Mine (Warrens, Idaho Territory) zeigt gediegen Gold in einem Gemenge von Scheelit und Quarz eingewachsen. Ersterer ist derb und von einer gelbbraunen Farbe, welche einigermassen derjenigen gewisser Granate (Kanelstein, cinnamon stone) gleicht, und wurde daher

von den Bergleuten irriger Weise für solchen gehalten. Das Gemenge ist sehr reich an Gold.

Ein zweites Handstück von der Golden Queen Mine (Lake Co., Colorado) bietet ein weiteres Beispiel für dasselbe seltene Zusammenvorkommen, indem es krystallinische Goldkörnchen in Scheelit eingewachsen zeigt.

Ref.: E. S. Dana.

3. **F. A. Genth** (in Philadelphia): **Ueber den Cassinit, einen Barytfeldspath** (Second Preliminary Report on the Mineralogy of Pennsylvania, 1876, p. 224). J. Lea hatte früher als Varietäten von Orthoklas beschrieben: Lennilit, Delawarit und Cassinit (s. Dana, Syst. of. Min. 1868, p. 356). Der Verf. zeigt, dass die beiden ersteren identisch mit dem Orthoklas sind, der Cassinit indess dadurch Interesse besitze, dass er fast 4% *BaO* enthalte. Spec. Gew. = 2,692. Das Mittel der Analysen ergab:

SiO^2	62,60
Al^2O^3	19,97
Fe^2O^3	0,12
MgO	0,02
CaO	0,19
BaO	3,71
SrO	Spur
Na^2O	4,43
K^2O	9,00
Glühverlust	0,19
	100,23

Das Sauerstoffverhältniss von $(R^2O + RO) : R^2O^3 : SiO^2$ ist 1 : 3 : 10,7. Es ist diese Analyse von Interesse im Vergleich mit derjenigen des neuen Barytfeldspath's von Des Cloizeaux (s. d. Zeitschr. XXXIV, No. 24).

Ref.: E. S. Dana.

4. **T. Sterry Hunt** (in Boston, Mass.): **Venerit, ein neues Kupfererz.** Dasselbe wurde auf der Jones Mine bei Springfield (Caernarvon lownship, Berks Co., Pennsylv.) gefunden, einer Lokalität, von welcher seit lange eine grosse Ablagerung von Magneteisen mit mehr oder weniger Chalkopyrit, Malachit und Kieselkupfer (Chrysocoll) bekannt ist. Das Eisenerz wurde in mächtigen Lagern, welche in die Schiefer eingebettet sind, gefunden und in ausgedehnter Weise, ebenso wie der begleitende Kupferkies, ausgebeutet. In einem Theile der Grube fanden sich einzelne Schichten einer grünen, erdig aussehenden Substanz (»Thonerz«), welche einen beträchtlichen Kupfergehalt besitzt und von der in den letzten Jahren erhebliche Mengen gewonnen wurden. Die reinsten Partieen derselben kommen in schmalen Schichten und Spaltenausfüllungen im Schiefer vor. Hier hat das Erz in trockenem Zustande eine grünlichweisse Farbe und zerfällt in Pulver, welches unter dem Mikroskop erkennen lässt, dass es aus dünnen durchsichtigen Blättchen, gemischt mit Quarzkörnern und etwas Magnetit, besteht. Eine approximative Analyse gab: 24,60 SiO^2, 13,00 Al^2O^3, 15,15 MgO, 7,11 Fe^2O^3, 15,30 CuO, 11,50 H^2O, 14,10 unlöslichen Sand (Summe 100,76). Eine Probe dieses, mit dem Namen »Venerit« belegten Minerals wurde durch sorgfältiges

Waschen sowohl von den grösseren Körnern, als von den leichten, lange in Wasser suspendirt bleibenden Theilen befreit und alsdann von G. W. Hawes in New Haven mit folgenden Resultaten analysirt:

	I	II
SiO^2	28,93	30,73
Al^2O^3	13,81	14,67
Fe^2O^3	5,04	5,35
FeO	0,27	0,29
MgO	17,47	18,55
CuO	16,55	17,58
H^2O	12,08	12,83
Unlöslicher Sand	6,22	100,00
	100,37	

Unter II sind die auf 100 berechneten Zahlen der Analyse I, nach Abzug des unlöslichen Rückstandes, aufgeführt. Das Sauerstoffverhältniss von RO : R^2O^3 : SiO^2 : H^2O ist = 3 : 4 : 6 : 4, wonach die Substanz, wenn sie homogen ist, unter die Chlorite gehören würde. Der Verf. behauptet, dass die mikroskopische Untersuchung für die Homogeneität des Minerals spräche, doch dürfte in dieser Beziehung wohl ein genaueres Studium der Substanz nöthig sein, um jene Thatsache zu beweisen.

Ref.: E. S. Dana.

5. **V. Fernandez** (in Guanajuato, Mexiko): **Ueber Guanajuatit = Frenzelit** (La República; Periódico oficial des Gobierno del Estado de Guanajuato, Juli 13, 1873). Der Schwefelselenwismuthglanz von Guanajuato in Mexiko, zuerst von Castillo 1873 erwähnt, dann ausführlich von Frenzel (N. Jahrb. f. Min. etc. **1874**, 679) beschrieben, wurde im 2. Appendix zu Dana's Mineralogy (1875, S. 22) unter dem Namen Frenzelit aufgeführt. Es scheint indess aus dem obigen Datum hervorzugehen, dass die erste Beschreibung von Prof. Fernandez herrührt, und da dieser dem Mineral den Namen »Guanajuatit« gegeben hat, würde dieser vor der Bezeichnung »Frenzelit« die Priorität besitzen und beizubehalten sein. Die cit. Beschreibung differirt darin von den übrigen Angaben, dass der Verf. das Mineral lediglich als Selenwismuth, Bi^2Se^3, und die kleine Menge Schwefel, welche er fand, als von beigemengtem Pyrit herrührend betrachtet. Die Härte ist nach ihm $3\frac{1}{2}$, das spec. Gew. 6,62 und der Ort des Vorkommens die Santa Catarina Grube in der Sierra de Santa Rosa bei Guanajuato.

Ref.: E. S. Dana.

6. **V. Fernandez und S. Navia** (in Guanajuato, Mexiko): **Silaonit, ein neues Mineral** (La Republica. Dec. 25. 1873). In derben Massen, die gerieben Glanz annehmen, Farbe blaugrau mit einem deutlichen Stich ins Rothe; Härte $2\frac{1}{2}$; Gew. 6,43—6,45. Das analysirte Material war mit Guanajuatit und Gangmasse gemengt; nach Abzug dieser Verunreinigungen ergab sich die Zusammensetzung des Minerals als der Formel Bi^3Se entsprechend.

Ref.: E. S. Dana.

7. **J. Lawrence Smith** (in Louisville, Kentucky): **Beschreibung von Columbsäure-Mineralien neuer Fundorte in den Ver. Staaten** (Americ. Journ. of Sc. III, **13**, 359. Mai 1877). Der Verf. beginnt seine Arbeit mit einer historischen

Erörterung über die Namen Columbium und Niobium, von denen letzterer durch Rose demjenigen Elemente gegeben worden sei, welches bereits 1801 Hatchett Columbium benannt habe, daher der letztere Name als der ältere wieder anzunehmen sei. Die Resultate der neueren Untersuchungen des Verf's. sind folgende:

1. Columbit von Nord-Carolina. Derselbe findet sich in Yancey County und auch, wie E. S. Dana (Americ. Journ. of Sc. März 1876, S. 201) anführt, mit Samarskit in den Glimmergruben in Mitchell County. Spec. Gew. von Krystallen 5,562, von derben Stücken 5,485. Das Mittel mehrerer Analysen ist:

	derb:	Krystalle:
Cb^2O^5 *) (Nb^2O^5)	80,82	80,06
$SnO^2 + WO^3$	1,02	1,21
FeO	8,73	14,14
MnO	8,60	5,21
CuO	Spur	—
	99,17	100,62

2. Columbit von Colorado. Die herrlichen Amazonitkrystalle, welche neuerdings Herr A. E. Foote vom Pike's Peak mitgebracht hat, enthalten zuweilen eingewachsene kleine Krystalle von Columbit. Mit 6 Gr. derselben wurde das Volumgewicht zu 5,15 gefunden, und mit 5 Gr. die Zusammensetzung:

Cb^2O^5 (Nb^2O^5)	79,61
FeO	14,14
MnO	4,61
Glühverlust	0,50
	98,86

3. Samarskit von Nord-Carolina. Das Vorkommen dieses Minerals, seine Association mit Columbit (analog wie bei Miask) und seine Krystallform sind zuerst von E. S. Dana (Americ. Journ. of Sc. März 1876, S. 201) beschrieben worden. Es findet sich eingewachsen in einem rothbraunen Feldspath auf Wiseman's mica mine, Greesy Creek township, Mitchell Co., in der Nähe des North Joe River in Nordkarolina, und zwar manchmal in sehr grossen Massen (es wurde einmal ein Stück von über 20 Pf. Gewicht gefunden), welche aber selten deutliche Krystallflächen zeigen. Die physikalischen Eigenschaften stimmen mit denen des Miasker Samarskit überein; Farbe schwarz, starker Glasglanz und vollkommen muschliger Bruch; spec. Gew. 5,72. Das Mineral ist zuerst von Miss Ellen H. Swallow (Proceed. Boston Nat. Hist. Soc. 17, 424, 1875), dann von O. D. Allen (E. S. Dana, Text Book of Mineralogy, 1877 und Americ. Journ. of Sc. August 1877), welcher allein die Metallsäuren getrennt hat, und endlich vom Verf. analysirt worden, mit folgenden Resultaten:

	Miss Swallow.	L. Smith.	O. D. Allen.	
Cb^2O^5 (Nb^2O^5) / Ta^2O^5	54,96	55,13	55,80	37,20 / 18,60
$SnO^2 + WO^3$	0,16	0,31	0,08	
YO	12,84	14,49	14,45	
$(Ce, Di)O$	6,42	4,24	4,25	

*) Die Metallsäure ist ganz als Columbsäure aufgeführt, weil Tantalsäure nur in sehr geringer Menge vorhanden ist, und weil keine der zur Trennung beider Säuren vorgeschlagenen Methoden dem Verf. brauchbare Resultate geliefert hat.

	Miss Swallow.	L. Smith.	O. D. Allen.
U^2O^3	9,91	10,96	12,46
MnO	0,91	1,53	0,75
FeO	14,02	11,74	10,90
CaO	—	—	0,55
MgO	0,52	Spur	—
Glühverlust	0,66	0,72	1,12
	100,40	99,12	100,36.

Vergl. über dieses Mineral das Referat No. 9.

4. Euxenit (?) von Nord-Carolina. Mit dem Samarskit wurde ein Mineral von haarbrauner Farbe und viel hellerem Strich als jener, gefunden. Dasselbe ist in dünnen Splittern durchsichtig, hat muschligen Bruch mit Harzglanz und kommt nur derb vor. Spec. Gew. in drei Proben 4,593, 4,620 und 4,642. Eine Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

Cb^2O^5 (Nb^2O^5)	54,12
$SnO^2 + WO^3$	0,21
YO, CeO, DiO etc.	24,10
CaO	5,53
U^2O^3	9,53
MnO	0,08
FeO	0,31
H^2O	5,70
	99,58

Auf Grund dieser Analyse bezieht der Verf. das Mineral auf Euxenit, aber dieser Schluss scheint nicht annehmbar, da letzterer mehr als 20% TiO^2 enthält*), H. Smith aber durch besondere Versuche die vollständige Abwesenheit derselben in seinem Material constatirt hat (vergl. übrigens das Ref. No. 9).

5. Hatchettolit, ein neues Mineral. Ueber diese Substanz, welche mit dem Samarskit zusammen vorkommt, giebt E. S. Dana in der oben citirten Arbeit Folgendes an: »Specif. Gew. nach Brush 4,794, Krystallform regulär, Oktaëder mit Würfel; Farbe gelbbraun, Harzglanz; Löthrohrverhalten dem des Pyrochlors ähnlich.« Der Verf. hat das Mineral analysirt, als verschieden vom Pyrochlor erkannt und nach Prof. Hatchett (England) Hatchettolit genannt. Er giebt folgende Charaktere an: Härte 5, spec. Gew. 4,785—4,851, die gelbbraune Farbe geht durch Erhitzen bis zur Rothgluth in ein opakes Grünlichgelb über; Harzglanz, Bruch muschlig. Resultate der Analysen:

Cb^2O^5 (Nb^2O^5) **)	66,01	67,86	67,25
$WO^3 + SnO^2$	0,75	0,60	0,91
U^2O^3	15,20	15,63	16,01
CaO	7,72	7,09	7,11
$YO + CeO$	2,00	0,86	0,64
FeO	2,08	2,51	2,12
K^2O	0,50	1,21	—
H^2O	5,16	4,42	5,02
PbO	Spur	—	—
	99,42	100,18	99,06

*) Rammelsberg, Mineralchemie 1875, p. 369.

**) Vergl. die Anmerk. auf vor. S. Die Analyse von Prof. Allen (s. unter Nr. 8) ergiebt einen Gehalt von 29% Ta^2O^5.

6. Rogersit (nach Prof. W. B. Rogers), ein neues Mineral. Dasselbe kommt in dünnen, warzenförmigen, weissen Krusten auf dem oben beschriebenen Samarskit vor; Härte $3\frac{1}{2}$, Gew. 3,313. Die nur mit einer sehr geringen Menge ausgeführte Zerlegung ergab:

Cb^2O^5 (Nb^2O^5)	18,10	20,21
YO etc.	60,12	
H^2O	17,41	16,34
	95,63	

Die genaue Zusammensetzung kann aus diesen approximativen Analysen nicht geschlossen werden. Das Mineral ist ein Zersetzungsprodukt des Samarskit.

7. Fergusonit von Rockport, Massachusetts. Der F. findet sich im Feldspath des Granits von Rockport, zusammen mit Cyrtolith (es ist dies zugleich der Fundort des Annit, Kryophyllit u. s. w.), besitzt eine dunkelbraune Farbe, Harzglanz, Härte 6, spec. Gew. 5,681 und hellbraunen Strich. Analyse:

Cb^2O^5 (Nb^2O^5)	48,75
YO	46,01
Ceroxyde	4,23
$FeO + U^2O^3$	0,25
H^2O	1,65
	100,89

Diese Zusammensetzung entspricht sehr nahe derjenigen des Fergusonit von Grönland.

Ref.: E. S. Dana.

8. **O. D. Allen** (in New Haven, Connect.): **Chemische Zusammensetzung des Hatchettolith von Mitchell Co, Nordcarolina** (Americ. Journ. of Sc. August 1877). Der Verf. beschreibt die Methode der Analyse, zu welcher ganz reine Substanz, ein Stück eines grossen Krystalls, verwendet wurde. Das spec. Gew. von verschiedenen Proben war 4,77, 4,84, 4,82, 4,90, 4,76 (andere Proben desselben Handstückes ergaben 4,60—4,70 und zeigten beim Glühen einen Gewichtsverlust von 4,97%; diese wurden, als wahrscheinlich nicht mehr frisch, von der Analyse ausgeschlossen).

	I	II
Ta^2O^5	29,83	29,60
Cb^2O^5 (Nb^2O^5)	34,24	} 35,94
TiO^2	1,61	
$WO^3 + SnO^2$	0,30	
U^2O^3	15,50	-
CaO	8,87	8,89
FeO	2,19	2,33
MgO	0,15	
Na^2O (m. einer Spur K^2O)	1,37	
H^2O (Glühverlust)	4,49	
PbO	Spur	
	98,55	

Die Berechnung der relativen Atomzahlen von Analyse I ergiebt:

	Atomgewicht		
Ta	(182)	0,134	0,386
Cb (*Nb*)	(95)	0,252	
Ti	(50)	0,020	
U^2O^2	(240)	0,054	0,268
Fe		0,030	
Mg		0,004	
Ca		0,158	
Na^2		0,022	
H^2O			0,255

Unter Vernachlässigung der geringen Menge *Sn* oder *W* und nach Abzug des *Ti* mit so viel $\overset{II}{R}$, als zur Bildung eines normalen Titanates nöthig ist, bleiben: 0,248 $\overset{II}{R}$, 0,386 $\overset{V}{R}$ und 0,255 H^2O, d. i. 2 : 3 : 2 entsprechend der Formel:

$$\overset{II}{R}{}^2\overset{V}{R}{}^2O^7 + 2\overset{II}{R}\overset{V}{R}{}^2O^6 + 4H^2O,$$

in welcher $\overset{II}{R} = U^2O^2$, *Fe*, *Mg*, *Ca*, Na^2 und $\overset{V}{R}$ = *Ta*, *Cb* (*Nb*).

Der Verf. vermuthet, auf Grund des wechselnden spec. Gewichts und des beträchtlichen Wassergehalts, dass der Hatchettolith durch Zersetzung aus einem Mineral hervorgegangen sei, welches im Wesentlichen die Constitution und Krystallform des Pyrochlor's besitze. Ref.: E. S. Dana.

9. Delafontaine (in Chicago): **Ueber den Hermannolith Shepard's und den Samarskit von Nordcarolina** (Americ. Journ. of Sc. **18**, 390). Der Verf. zeigt, dass der von Shepard aufgestellte »Hermannolith« nur eine Varietät des Columbit sei und sich von diesem nur durch den Mangel an Reinheit und durch theilweise Zersetzung unterscheidet. Er fand darin viel Cb^2O^5 (Nb^2O^5), über 16% Ta^2O^5 und (unsicher) ein wenig TiO^2. Der Mineralienhändler Mr. Cook in Haddam bestätigte, dass der »Hermannolith« von dem alten Fundorte des Columbit herstammen müsse.

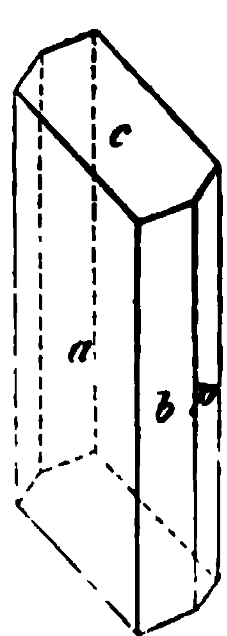
Das braune Mineral, welches mit dem Samarskit von Nordcarolina vorkommt (Euxenit nach Smith, s. S. 501), bezeichnet der Verf. als eine Varietät des Samarskit, und giebt an, es enthalte 25% Ta^2O^5, ein wenig Thorium und Didym u. s. w. Es ist ihm nicht gelungen, in dem Samarskit das Ilmenium Hermann's aufzufinden. Ref.: E. S. Dana.

10. C. Haushofer (in München): **Krystallform der Orthonitrobenzoësäure** $C_6H_4(NO_2)COOH$. Krystallsystem asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5316 : 1 : ?$$

Axenwinkel im vordern obern rechten Oktanten:

$$(b : c)\ \alpha = 130^0\ 35'$$
$$(a : c)\ \beta = 104\ \ 58$$
$$(a : b)\ \gamma = 115\ \ 26$$



Die feinen Krystallnadeln, welche durch Abkühlung einer heiss gesättigten Lösung der Säure sich bilden, entsprechen der in beistehender Fig. dargestellten Combination

a	b	c	p
$\infty\bar{P}\infty$	$\infty\breve{P}\infty$	$0P$	$\infty,'P$
100	010	001	$1\bar{1}0$

Beobachtete Winkel:	(100) (010)	*69° 0'
	(010) (001)	*51 46
	(100) (001)	*88 5
	(100) $(1\bar{1}0)$	*39 49
	(010) $(\bar{1}10)$	71 30 appr.

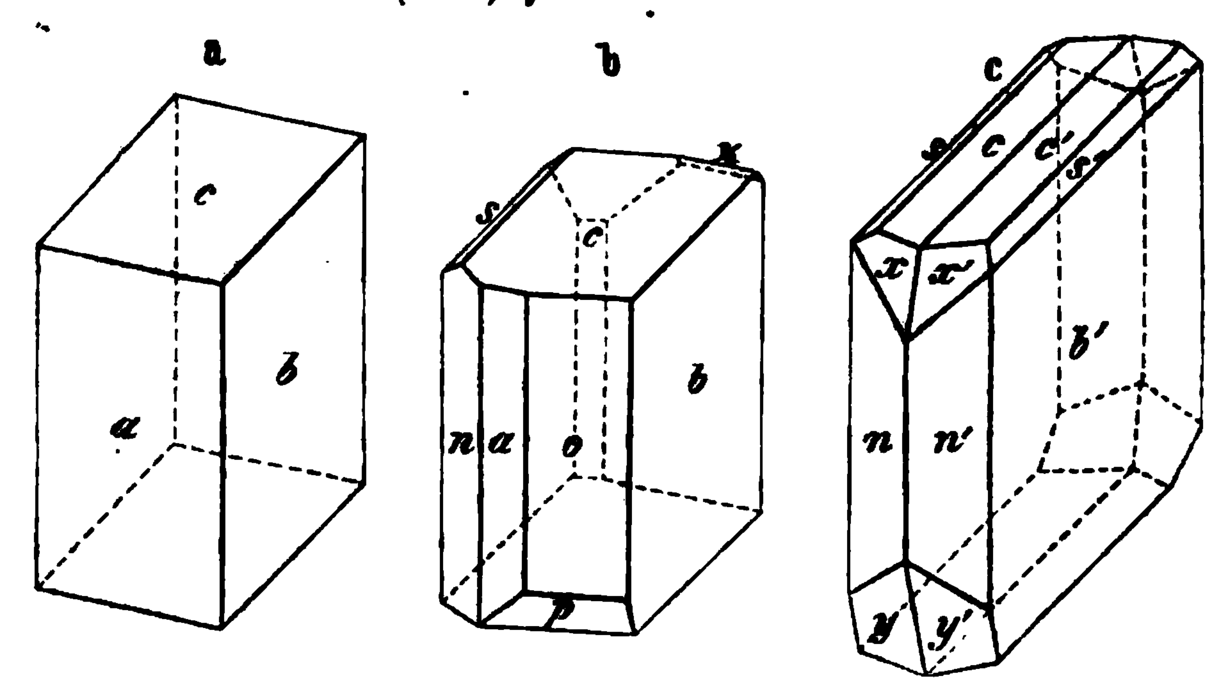
Aus kalt gesättigter Lösung krystallisirt die Säure in tafelförmigen oder prismatischen Aggregaten, welche keine Messung gestatten. Luftbeständig.

11. Ders.: Krystallform des orthonitrobenzoësauren Baryum $(C_6H_4 . NO_2 . COO)_2Ba + 4H_2O$.*) Asymmetrisch.

$$a:b:c = 0,6146:1:0,6299$$

Axenwinkel im rechten obern vordern Oktanten:

$(c:b)\ \alpha = 100^0\ 20'$
$(c:a)\ \beta = 109\ \ 18$
$(b:a)\ \gamma = \ \ 85\ \ 26$



Nur die kleinsten Krystalle gestatteten eine genauere Winkelmessung. Sie stellen gewöhnlich die Combination $\infty\bar{P}\infty$ (100) . $\infty\breve{P}\infty$ (010) . $0P$ (001) dar (a, b, c Fig. a). Das Makropinakoid a zeigt in der Regel verticale Streifung in Folge einer oscillatorischen Repetition mit den Hemiprismen $(1\bar{1}0)$ $\infty,'P$ (n) und (110) $\infty P,'$ (o). An den grösseren einfachen Krystallen (Fig. b) treten die Hemiprismen n und o deutlicher entwickelt auf; daneben findet sich bisweilen die Tetartopyramide $(11\bar{1})$ $P,$ (p) und das brachydiagonale Hemidoma $(0\bar{1}1)$ $'\breve{P}\infty$ (s).

*) Hr. Köbig hat vor einiger Zeit denselben Körper im min. Inst. d. Univ. Strassburg mit folgenden Resultaten untersucht:

$$a:b:c = 0,5995:1:0,5720$$

$\alpha = 100^0\ 0'$ $\beta = 109^0\ 40'$ $\gamma = 85^0\ 44'$.

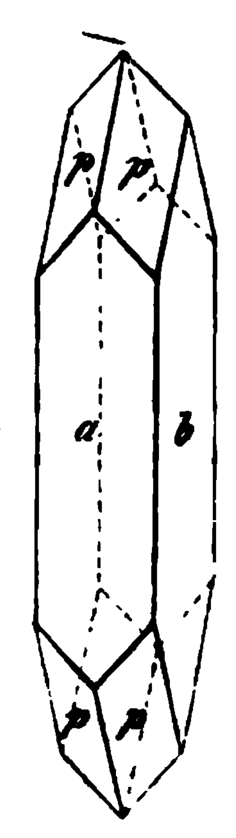
Nach (010) tafelförmige Krystalle derselben Combination, wie Fig. 2, nur statt des linken Hemidoma $s = (0\bar{1}1)$ das entsprechende rechte (011). Gemessen wurden folgende Winkel:

(100) (010)	= *91° 8'
(001) (010)	*80 44
(001) (100)	*70 58
$(1\bar{1}0)$ $(0\bar{1}0)$	*59 28
(110) (010)	60 45
(011) (010)	*53 41
(110) (001)	68 9
$(1\bar{1}0)$ (001)	78 9

Auf der Rückseite der Krystalle dominirt in der Regel die Fläche $\infty\bar{P}\infty$. Hemitropische Zwillingsbildung mit dem Brachypinakoid *b* als Zwillingsebene sehr häufig (Fig. *c*); die beiderseitigen Flächen *c* bilden einen einspringenden Winkel von 18° 40'. Die an den Zwillingskrystallen oft auftretenden Tetartopyramiden $m'P$ (x) und $mP,$ (y), sowie das makrodiagonale Hemidoma $m,\bar{P}\infty$ (z) konnten wegen mangelhafter Ausbildung der Flächen nicht genau bestimmt werden. An einigen Zwillingskrystallen wird die Fläche *n'* der rechten Hälfte durch die entsprechende Fläche *a'* verdrängt, welche mit *n* den (gemessenen) Winkel 31° 4' bildet. — Luftbeständig.

Gemessene Kantenwinkel:

(100) (010)	=	*91° 15'	
(001) (010)		*80 40	
(001) (100)		*71 11	
$(11\bar{1})$ $(00\bar{1})$		*60 45	
$(11\bar{1})$ (010)		*71 41	
$(1\bar{1}0)$ $(0\bar{1}0)$		59 31	
(110) (010)		60 22	
$(0\bar{1}1)$ (001)		30 42	
$(1\bar{1}0)$ (001)		77 36	
(110) (001)		68 30	
(110) $(1\bar{1}0)$		58 0	approx.
(001) (001)	Zwill.	18 36	(einspring.)
$(1\bar{1}0)$ $(1\bar{1}0)$	»	57 2	



12. Ders.: Krystallform der Orthoamidobenzoësäure $C_6H_4 . NH_2 . COOH$.

Krystallsystem: rhombisch.

$$a:b:c = 0,5959:1:0,8601$$

Beobachtete Combination:

p	a	b
P	$\infty\bar{P}\infty$	$\infty\breve{P}\infty$
(111)	(100)	(010)

Gemessene Kantenwinkel:

(111) $(1\bar{1}\bar{1})$	=	52° 11'
(111) $(\bar{1}11)$	=	95 11
(111) (100)	=	63 41
(111) (010)	=	41 30 appr.

13. Ders.: Krystallform der Metanitrobenzoësäure *). Die grössten Krystalle zeigen, wie die von Bücking (d. Zeitschr. S. 391, s. das. die Fig.) beschriebenen, vorherrschend $c = (001)$ oP, ferner $p = (110)$ ∞P, $q = (011)$ $\breve{P}\infty$, $o = (\bar{1}11)$ $+P$, $o' = (\bar{2}11)$ $2\bar{P}2$, ausserdem aber noch zwischen *c* und *p* die Form (111) $-P$. Die kleineren Krystalle werden sogar ausser von *c* nur von dieser Form begrenzt. Die Hemipyramide $(\bar{2}11)$, welche B. vollzählig be-

*) Der Verf. sandte diese und die folgende Notiz einige Tage vor dem Erscheinen des vor. Heftes ein. Da dort aber bereits eine krystallographische Beschreibung dieser beiden Körper aufgenommen ist, so sind die Beobachtungen des Verf.'s hier nur auszugsweise, zum Vergleich mit denen Bücking's mitgetheilt worden. Die Red.

obachtet hat, fand sich (untergeordnet) an einer grossen Zahl von Krystallen stets nur mit der hinteren rechten und der vorderen linken Fläche ausgebildet.

Gemessene Winkel:

		Bücking
(111) (1$\bar{1}$1)	74° 29′	—
($\bar{1}$11) (001)	61 4	61° 45′
(110) (1$\bar{1}$0)	87 55	87 48
(111) (110)	29 32	—
($\bar{2}$11) ($\bar{1}$11)	20 0 appr.	19 33
($\bar{2}$11) ($\bar{1}\bar{1}$1)	63 51 »	—
($\bar{2}$11) (001)	68 30 »	71 50
(110) (001)	89 24	89 15
(011) (001)	51 6	50 55

14. Ders.: Krystallform des paranitrobenzoësauren Baryum. Grössere Krystalle repräsentiren, wie die von Bücking, diese Zeitschr. S. 390 beschriebenen, die nach der Orthodiagonale verlängerte Combination $c = (001)\ oP$, $r = (101)\ -P\infty$, $a = (100)\ \infty P\infty$, $r' = (\bar{1}01)\ P\infty$, und $o' = (\bar{1}11)\ P$; es fehlt sonach nur die vordere Hemipyramide $o = (111)\ -P$; ausserdem sind dieselben nicht, wie die l. c. abgebildeten nach c tafelartig ausgebildet, sondern r und r' herrschen vor, während c und a oft auf sehr schmale Abstumpfungen reducirt sind. Es wurde beobachtet:

	Haushofer:	Bücking:
(11$\bar{1}$) ($\bar{1}$11) =	74° 36′	—
(101) (10$\bar{1}$)	83 0	83°. 18
(001) ($\bar{1}$01)	61 54	61 32
(100) ($\bar{1}$01)	52 4	51 56
($\bar{1}$01) ($\bar{1}$11)	52 45	—

15. A. von Lasaulx (in Breslau): **Jodobromit (Jodbromchlorsilber) von Dernbach bei Montabaur.** Das neue Mineral findet sich in kleinen Hohlräumen des eisenschüssigen Quarzes, der die Gangmasse des Brauneisensteinganges der Grube »schöne Aussicht« zu Dernbach bildet, zusammen mit Beudantit und Carminit, sowie kleinen hexagonalen Pyramiden, die ich für Greenokit halte. Es bildet einzelne schöne, 1—2mm grosse Krystalle, reguläre O oder $O . \infty O \infty$. Andeutung einer oktaëdrischen Spaltbarkeit, manche Krystalle tafelförmig nach O, also verkürzt in der rhomboëdrischen Axe. Farbe schwefelgelb, einzelne Krystalle etwas grünlich. Geschmeidig und mit dem Messer schneidbar.

In Schwefelsäure bei Zusatz von Zink sofort schwarz werdend, mit Schwefelkohlenstoff lässt sich Jod ausziehen und derselbe wird intensiv violett gefärbt. Vor dem Löthrohr Bromdämpfe und zurückbleibendes Silberkorn.

Spec. Gew. = 5,713.

Analyse ergab:		Berechnet
Ag =	59,96	60,88
J =	15,05	14,15
Br =	17,30	17,18
Cl =	7,09	7,79
	99,40	100,00

Der Jodobromit entspricht, wie die nebenstehende berechnete Zusammensetzung zeigt, der Formel:

$$2 Ag(Cl Br) + Ag J$$

und bietet das erste Beispiel eines Zusammenkrystallisirens der 3 Haloide in der Natur, was für den Dimorphismus von Jodsilber von Interesse sein dürfte. Bisher ist auf der genannten Grube keinerlei Silbermineral vorgekommen.

16. C. Pape (in Proskau): **Die Wärmeleitung im Kupfervitriol** (Poggendorff's Ann. d. Phys. n. Folge 1, 126—147). Zur Bestimmung der Wärmeleitungsfläche in den Krystallen des Kupfervitriols, hauptsächlich zur Entscheidung der Frage, ob jene ein dreiaxiges Ellipsoid sei, und welche Lagen deren Axen in den Krystallen einnehmen, wurde das Senarmont'sche Wärmeleitungsellipsoid auf einer grössern Zahl von Flächen untersucht. Da sich die Röntgen'sche Verbesserung der Senarmont'schen Methode ihm nicht bewährte, — indem bei zu grosser Erwärmung des Drahtes die angrenzenden Theile verwitterten und sich mit Wasser bedeckten, bei geringerer Erwärmung die von dem Hauch befreiten Flächen zu klein waren, — so kehrte der Verf. zu der älteren Methode zurück, d. h. er nahm Platten, nach verschiedenen Richtungen aus dem Krystall geschnitten und in der Mitte durchbohrt, und erwärmte diese von der durchbohrten Stelle aus durch einen Draht, mit den nöthigen Vorsichtsmassregeln gegen Strahlung der Wärme. Als Schmelzmasse wurde ein bei 52½° flüssig werdendes Gemisch aus Wachs und Kokosöl benutzt, und die entstandenen, sehr scharfen isothermen Curven mit einer genauen Theilmaschine gemessen; die Richtung der Axen der elliptischen Figuren wurde unter einem Mikroskop mit verstellbaren Mikrometerfäden bestimmt.

Im Folgenden sind neben den vom Verf. für die Flächen gewählten Buchstaben die Miller'schen und Naumann'schen Zeichen derselben, bezogen auf die von Rammelsberg (Krystallogr. Chemie, Suppl. 49) gewählte Stellung, angegeben. Die mit aufgeführte Fläche y ($1\bar{3}1$) $3\check{P}'3$ ist eine vom Verf. neu beobachtete, in den Zonen wt und hq gelegene.

Für die Axenverhältnisse der beobachteten Isothermen, deren grösster Durchmesser sich bei gleicher Schärfe der Figuren zwischen den Grenzen von etwa 3 bis 7mm bewegte, haben sich die in der folgenden Tabelle enthaltenen Werthe ergeben, welche sich stets da, wo mehrere angegeben sind, auf verschiedene Krystalle beziehen.

I.	$r = (010)$	$\infty\check{P}\infty$	1,052
			1,041
			1,058
			1,050
II.	$n = (100)$	$\infty\bar{P}\infty$	1,116
			1,137
			1,131
			1,128
III.	$m = (1\bar{1}0)$	$\infty,'P$	1,118
			1,107
			1,113
IV.	$t = (110)$	$\infty P,'$	1,127
			1,133

			1,137
			1,145
			1,135
V.	$h = (120)$	$\infty\breve{P},'2$	1,115
			1,087
			1,079
			1,094
VI.	$y = (131)$	$3\breve{P}'3$	1,109
VII.	$w = (021)$	$2,\breve{P}'\infty$	1,065
			1,074
			1,090
			1,096
			1,081
VIII.	$q = (011)$	$,\breve{P}'\infty$	1,068
IX.	$o = (001)$	oP	1,063
			1,064
			1,063
X.	$k = (0\bar{1}1)$	$'\breve{P},\infty$	1,047
			1,032
			1,053
			1,044
XI.	$v = (0\bar{2}1)$	$2'\breve{P},\infty$	1,035
XII.	$z = (\bar{1}21)$	$2,\breve{P}2$	1,056
XIII.	$p = (\bar{1}\bar{1}1)$	$P,$	1,119
XIV.	$s = (\bar{1}\bar{2}1)$	$2\breve{P},2$	1,113

Es geht aus diesen Zahlen hervor, dass die Figuren sämmtlich nur wenig vom Kreise abweichen, also bedeutende Unterschiede des Wärmeleitungsvermögens nicht vorliegen. Am grössten ist das Verhältniss auf den verticalen Flächen, und die Neigung der grossen Axe der elliptischen Figuren, welche (bei der oben erwähnten Stellung) auf der Vorderseite des Krystalls von oben rechts nach unten links verläuft, wird nach beiden Seiten um so geringer, je mehr man sich den Flächen r (010) nähert, und auf diesen selbst fand der Verf. jene Axe vertical gerichtet. [Ders. Autor hat früher auf Grund seiner Beobachtungen der Verwitterungserscheinungen am Kupfervitriol (Poggend. Ann. **188**, 364) für dessen Krystalle ein System rechtwinkeliger Axen aufgestellt, deren eine unserer Verticalaxe parallel ist, die beiden andern in der (krystallographisch unmöglichen) dazu normalen Fläche gelegen sind; diese, den jetzigen Anschauungen und Erfahrungen widersprechende Hypothese glaubt der Verf. durch jenen Parallelismus der grossen Axe des Wärmeleitungsellipsoides mit der Verticalaxe (der dritten seiner rechtwinkeligen Axen) gestützt. Da der Verf. selbst sagt, dass »bei der geringen Excentricität der Isothermen die Richtung ihrer Axen nicht mit der gleichen Sicherheit ermittelt werden kann, wie das Verhältniss derselben«, so ist ein Beweis für einen genauen Parallelismus jener Richtungen nicht geliefert, und nur nachgewiesen, dass auf (010) die grosse Axe der Ellipse nahe vertical ist.] Unter der erwähnten Annahme des vollkommenen Parallelismus würde von dem rechtwinkeligen Axensystem des Verf.'s die mit A bezeichnete eine Axe der Wärmeleitung, und zwar die der mittleren, sein, die beiden andern würden in

der Axenebene BC liegen, und zwar wenig geneigt gegen B und C, wobei die B zunächst liegende die Axe der kleinsten Wärmeleitungsfähigkeit wäre*). Um den Winkel zwischen dieser und der angenommenen Krystallaxe B zu bestimmen, wurde eine Platte nach der Axenebene BC, d. h. der senkrecht zu (010) gelegenen Fläche der Zone (010) 100), geschliffen und auf dieser der Winkel der grossen Axe der Wärmeleitungsellipse mit der Verticalen zu 14—17° gefunden. Aus der Gestalt der Ellipse auf dieser Fläche und auf (010) folgt das Axenverhältniss des dreiaxigen Wärmeleitungsellipsoides

$$a : b : c = 0{,}939 : 0{,}860 : 1.$$

Zur Prüfung der zu Grunde gelegten Annahme, dass die Wärmeleitungsfläche ein dreiaxiges Ellipsoid sei, sind die Axenverhältnisse der Schmelzfiguren für die verschiedenen Flächen berechnet und in der folgenden Tabelle mit den beobachteten Werthen verglichen worden:

		Axenverhältniss:	
		beobachtet:	berechnet:
$m = (1\bar{1}0)$	$\infty'{,}P$	1,113	1,091
$n = (100)$	$\infty\bar{P}\infty$	1,128	1,160
$t = (110)$	$\infty P{,}'$	1,135	1,149
$h = (120)$	$\infty\breve{P}{,}'2$	1,094	1,120
$y = (131)$	$3\breve{P}'3$	1,109	1,082
$w = (021)$	$2{,}\breve{P}'\infty$	1,081	1,062
$q = (011)$	${,}\breve{P}'\infty$	1,068	1,093
$o = (001)$	$0P$	1,063	1,090
$k = (0\bar{1}1)$	$'\breve{P}{,}\infty$	1,044	1,055
$v = (0\bar{2}1)$	$2'\breve{P}{,}\infty$	1,035	1,053
$z = (\bar{1}21)$	$2{,}\breve{P}2$	1,056	1,079
$p = (\bar{1}\bar{1}1)$	$P{,}$	1,119	1,091
$s = (\bar{1}\bar{2}1)$	$2\breve{P}{,}2$	1,113	1,076

Nach der Natur der Messungen kann die Uebereinstimmung nur eine angenäherte sein.

Ref.: P. Groth.

17. P. Groth (in Strassburg): **Pseudophit von Markirch in den Vogesen**

Aus: »Das Gneissgebiet von Markirch im Elsass; Abhandl. z. geolog. Specialkarte von Els.-Lothr. 3. Heft, Strassb. 1877). Von Delesse (Ann. d. mines, 1851) wurde mit dem Namen Pyrosklerit ein dichtes hellgrünes bis grünlichweisses, fett- und wachsglänzendes Mineral genannt, welches in nierenförmigen Massen. deren Kern oft aus Feldspath besteht, wobei Uebergänge zwischen beiden Substanzen zu beobachten sind, im körnigen Kalk der Gneissformation bei St. Philippe unweit Markirch vorkommt. Von dem Serpentin, dem es im Ansehen gleicht, unterscheidet es sich durch seinen hohen Thonerdegehalt und durch eine

*) Darnach würden die drei Axen der grössten, mittleren und kleinsten Wärmeleitungsfähigkeit sehr nahe dieselben Richtungen haben, wie die der grössten, mittleren und kleinsten Axe des Verwitterungsellipsoids (s. die oben cit. Arbeit des Verf.), und bei der nahen Beziehung, welche zwischen beiden Erscheinungen besteht, ist es höchst wahrscheinlich, dass beiderlei Richtungen überhaupt identisch sind, und die vom Verf. gefundenen Abweichungen bei zweien derselben lediglich den hier unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zuzuschreiben sind.

Der Ref.

zuweilen erkennbare krystallinische Textur. Seine Zusammensetzung fand D. nahe derjenigen des Kobell'schen Pyrosklerit von Elba entsprechend.

Während jedoch das letztere Mineral nach Fischer's Untersuchung ein mit Chonikrit gemengter Diallag ist, erscheint das bei Markirch vorkommende im Mikroskop fast ganz homogen, im polarisirten Licht fast einfach brechend mit nur ganz schwacher Aufhellung des Gesichtsfeldes (Aggregatpolarisation) und ist jedenfalls als ein höchst fein verfilztes krystallinisches Aggregat aufzufassen. Für seine Entstehung aus Feldspath, welche bereits Delesse annahm, spricht besonders die mikroskopische Beschaffenheit eines benachbarten Vorkommens, am Rain de l'Horloge bei Markirch, wo dasselbe äusserst feinfasrig den Orthoklas durchziehend, in ganz ähnlicher Weise wie der Serpentin im Olivin, erscheint. Eine Analyse des Minerals, ausgeführt durch van Wervecke, ergab folgende Resultate:

			Sauerstoff.
SiO_2		32,84	17,51
Al_2O_3		17,34	7,96
Fe_2O_3		3,29	0,99
FeO		1,04	0,23
CaO		0,75	0,21
MgO		30,48	12,19
H_2O	beim Glühen	12,16	10,80
»	bei 200°	0,18	
»	» 150	0,30	
»	» 125	0,18	
»	» 100	0,60	
»	beim Trocknen über Schwefelsäure	1,02	
		100,18	

Die eigenthümliche kryptokrystallinische Beschaffenheit des Minerals veranlasst ein sehr zähes Festhalten des hygroskopischen Wassers, so dass jedenfalls auch die kleinen Mengen, welche beim Erhitzen bis auf 200° fortgehen, als solches betrachtet werden müssen. Das beim Glühen entstehende Wasser gehört dagegen zur Constitution der Substanz; berücksichtigt man dieses allein, so resultirt folgendes Atomverhältniss:

$$Si : Al : Mg : H = 2,94 : 2 : 4,24 : 7,24,$$

während dasjenige des Chlorit

$$3 : 2 : 5 : 8$$

entsprechend der Formel:

$$H^8 Mg^5 Al^2 Si^3 O^{18}$$

wobei aber zu bemerken ist, dass die Analysen des letzteren ebenso grosse Schwankungen zeigen, als die Differenz des Molekularverhältnisses nach obiger Analyse von dem für den Chlorit angenommenen beträgt. Es liegt hier somit eine dichte Varietät des Pennin vor, welche identisch ist mit dem, auch bereits mehrfach als eine solche angesprochenen Pseudophit vom Berge Zdjar in Mähren, von Plaben (v. Drasche in Tschermak's min. Mitth. **1878**, 125) und Zkyn in Böhmen (v. Zepharovich, ebenda, **1874**, 7).

Ref.: P. Groth.

18. **R. Helmhacker** (in Leoben): **Gold von Sysertsk am Ural** (Tschermak, mineralog. Mittheil. 1877, S. 1—12). Zur Untersuchung dienten eine grosse Zahl loser Krystalle aus den Goldwäschen jenes Fundortes, zum Theil auf Quarz aufsitzend, einige mit einer Rinde von Limonit überzogen. Die an manchen auftretende bräunlich goldgelbe Farbe rührt wahrscheinlich von einem sehr dünnen Ueberzuge desselben Minerals her. Das spec. Gew. der Krystalle war 17,361—17,370, woraus auf einen Gehalt von $77\frac{1}{2}\%$ *Au* und $22\frac{1}{2}\%$ *Ag* (die Abwesenheit anderer Metalle vorausgesetzt) zu schliessen wäre. Die Form war meist (111) *O*, häufig (111) (110) *O*. ∞*O*, ferner (111) (311) *O*. 3*O*3 und (111) (110) (311) *O*. ∞*O*. 3*O*3, selten (111) (201) *O*. ∞*O*2, und nur einmal (100, 201) ∞*O*∞. ∞*O*2. Die Flächen sind häufig sehr ungleich entwickelt oder unvollzählig: auf einem Würfel erscheinen aufgewachsene Schaalen, von (201) begrenzt, auf (111) solche nach denselben Flächen, und diese lassen zuweilen an den Kanten Rinnen frei; auch werden durch sich stets verkleinernde Schaalen parallel (001) Pyramidenwürfel nachgeahmt. Die Streifung ist auf dem Dodekaëder parallel den Kanten (110) (100) und rührt von einem Alterniren dieser beiden Flächen her; auf den Oktaëderflächen ist sie den Kanten parallel und wird entweder durch abwechselnde Ausbildung schmaler Flächen von (113) oder durch Rinnen, gebildet von (311) und (110), bewirkt; die Würfelflächen endlich sind durch Alterniren mit (201) ihren Kanten parallel gestreift. Die Oktaëderflächen werden oft unvollständig bedeckt von Schaalen, welche seitlich durch die Flächen von (113), (102) oder (111) begrenzt sind; im letzteren Falle können sie Anlass zur Bildung von Rinnen an Stelle der Oktaëderkanten geben. Sind die aufgewachsenen Schaalen sehr dünn, klein und dichtgedrängt, so erscheinen ihre Randflächen, mit welchen sie stufenförmig zur unterliegenden Oktaëderfläche abfallen, oft gekrümmt, und die letztere nimmt durch diese Schaalenbildung ein landkartenähnliches Ansehen an, oder als ob sie mit Schriftzeichen in bas-relief bedeckt sei. Endlich entstehen durch, nur an den Kanten stattfindende Schaalenbildung Oktaëderskelette, deren erhöhte Kanten oft durch quer über die vertieften Flächen laufende Wülste (manchmal nur z. Th. ausgebildet) verbunden sind. Die häufig zu beobachtende Drusigkeit der Oktaëderflächen ist bedingt durch kleine Krystallflächen von (311), zu denen auch wohl (110) hinzutritt; auch zeigen sich Treppen, den Oktaëderkanten parallel, gebildet von (110) und (001). Diese verschiedenen Arten der Oberflächenbeschaffenheit des Oktaëders finden sich meist zu mehreren an verschiedenen Flächen desselben Krystalls.

Zwillinge: Diese erscheinen gewöhnlich als trigonale Tafeln, d. h. als Zwillinge des Spinellgesetzes, bei denen durch dünn tafelförmige Ausbildung nach der Zwillingsebene und durch etwas grössere Ausdehnung derjenigen drei Oktaëderflächenpaare, welche an der Zwillingsgrenze ausspringende Winkel bilden, die einspringenden Winkel zum Verschwinden gebracht sind. Die Form dieser Verwachsungen ist also die einer trigonalen Pyramide mit der Basis, nach letzterer tafelförmig. Dieselben »erklärt« nun der Verf. auf folgende Art: man nehme zwei Tetraëder, lege dieselben mit je einer Fläche an einander in derjenigen Stellung, dass das eine als Gegenform des andern erscheint, und drehe das eine 180° um die trigonale Axe, welche auf der gemeinschaftlichen Fläche normal steht; lässt man dann noch die entstehende trigonale Pyramide durch eine Fläche des Gegentetraëders abstumpfen, so entsteht natürlich die oben beschriebene Form der Zwillinge. Daraus schliesst der Verf., dass die Krystallform des Goldes hemiëdrisch sei*), und führt zur Stütze seiner Ansicht noch die Angabe eines

*) Wäre dieser Schluss des Verf. richtig, so müssten auch alle andern regulären

uralischen Probirers Avdejov an, welcher in einem Aufsatze über die Zusammensetzung des gediegenen Goldes (Poggendorff's Ann. d. Phys. 1841, 53, 159) von »zwei zusammengewachsenen Tetraëdern« spricht.

An den erwähnten Zwillingen beobachtet man dieselbe Streifung und Schaalenbildung, wie an den einfachen Krystallen, ferner an manchen die Flächen von (100) $\infty O \infty$ und (112) $2O2$, letztere sehr leicht daran zu erkennen, dass diejenigen sechs Flächen, welche zur Zwillingsebene normal stehen, bei den beiden, mit einander verwachsenen Krystallen in eine Ebene fallen, also an der Zwillingsgrenze weder ein- noch ausspringende Winkel bilden.

Ref.: P. Groth.

19. R. Müller (in Leipzig): **Untersuchungen über die Einwirkung des kohlensäurehaltigen Wassers auf einige Mineralien und Gesteine** (Tschermak's miner. Mittheil. 1877, 25—48). Die zu untersuchenden Substanzen wurden äusserst fein pulverisirt und dann mit destillirtem, bei 3½ Atm. Druck mit CO_2 gesättigtem Wasser in Flaschen von 1,1 Liter Inhalt gefüllt, diese gut verschlossen und unter öfterem Umschütteln 50 Tage lang im Keller aufbewahrt. Nach Verlauf dieser Zeit wurde das Wasser abfiltrirt, eingedampft, der Rückstand analysirt und dessen Zusammensetzung mit derjenigen des ursprünglichen Minerals verglichen.

1. Adular vom St. Gotthardt gab bei der Analyse:

SiO_2	65,24
Al_2O_3	18,15
CaO	1,28
K_2O	14,96
FeO	Spur
(kein Natron)	
	99,73

Durch die Behandlung mit Kohlensäure gingen in Lösung folgende Mengen von 100 Theilen eines jeden Bestandtheiles:

SiO_2	= 0,1552
Al_2O_3	0,1368
K_2O	1,3527
CaO	Spur
FeO	»

2. Oligoklas von Ytterby in Schweden. Wegen der Gleichmässigkeit der Substanz nimmt der Verf. dafür die Analyse von Berzelius an:

SiO_2	61,55
Al_2O_3	23,80
Fe_2O_3	Spur
CaO	3,18
MgO	0,80
Na_2O	9,67
K_2O	0,38
	99,38

Substanzen, z. B. Magneteisen, bei dem solche Zwillinge nicht selten vorkommen, schleunigst für hemiëdrisch erklärt werden. Es ist dies nicht die erste Begriffsverwirrung, zu welcher die sogenannte »Drehungsaxe« der Zwillinge Anlass gegeben hat.

Der Ref.

Davon wurden gelöst:

SiO_2	0,237
Al_2O_3	0,1713
FeO	Spur
CaO	3,213
Na_2O	2,367
K_2O	Spur

3. Hornblende aus Hornblendefels von Altenburg enthielt nach Entfernung des beigemengten Quarzes:

SiO_2	49,12
Al_2O_3	9,00
Fe_2O_3	14,62
FeO	10,31
CaO	8,76
MgO	5,92
Na_2O	2,13
	99,86

Im kohlensäurehaltigen Wasser hatten sich gelöst:

SiO_2	0,419
FeO	4,829
CaO	8,528
Al_2O_3	Spur
Na_2O	»
MgO	»

4. Magneteisen vom Greiner in Tirol (nach Rammelsberg 67,59 Fe_2O_3 und 32,54 FeO). Im Rückstand des eingedampften Filtrats wurde das gelöste FeO, welches 0,942 % des Magneteisens betrug, als Oxyd bestimmt.

5. Magneteisen vom Kaschberg in Böhmen (mit Augit gemengt, daher das Resultat ohne Interesse).

6. Moroxit von Hammond, Nordamerika.

P_2O_5	44,09
CaO	53,32
Fe_2O_3	1,07
Cl	0,28
	98,76

Davon wurden gelöst:

P_2O_5	1,417
CaO	1,696

7. Apatit von Katharinenburg. Für diesen wurde der mittlere Gehalt der Apatite an CaO und P_2O_5 (54,68, resp. 41,54) angenommen; von 100 Theilen derselben hatten sich gelöst: 1,822 P_2O_5 und 2,168 CaO.

8. Spargelstein von Chili. Unter derselben Voraussetzung betrug der gelöste Theil: 2,12 P_2O_5, 1,946 CaO, und Spuren von FeO.

9. Olivinfels a. d. Ultenthal von der Zusammensetzung:

SiO_2	40,60
Al_2O_3	0,86
MgO	45,81

FeO	12,35
CaO	Spur
CuO	»
	99,62

Von 100 Theilen dieser Bestandtheile waren durch CO_2-haltiges Wasser in Lösung gegangen:

SiO_2	0,873
MgO	1,291
FeO	8,733
CaO	Spur
CuO	»

10. Serpentin von Snarum gab:

SiO_2	40,82
MgO	36,78
Al_2O_3	2,19
FeO	6,01
H_2O	13,48
	99,28

Davon wurden gelöst:

SiO_2	0,354
Al_2O_3	Spur
FeO	1,527
MgO	2,649

Ferner wurde constatirt, dass von Kaliglimmer aus dem Ural K_2O, CaO, Fe_2O_3 (der gesammte Gehalt) und Spuren von SiO_2, von Kobaltblüthe und Nickelblüthe von Schneeberg Co und Ni, endlich von Wolframit von Zinnwalde Mn und Fe durch die Behandlung mit kohlensäurehaltigem Wasser gelöst wurden.

Das zu den Flaschen verwendete Glas wurde, ebenso lange der Wirkung der Kohlensäure ausgesetzt, nicht angegriffen.

Es ist durch diese Versuche nachgewiesen, dass in kohlensäurehaltigem Wasser sich sowohl Kieselsäure, als Thonerde, wahrscheinlich als Hydrate, lösen. Was zunächst die Feldspäthe betrifft, so löst sich, wie zu erwarten stand, mehr vom Plagioklas, als vom Orthoklas; die in denselben enthaltenen Spuren von FeO gingen am leichtesten in Lösung, in Uebereinstimmung mit der Delesse'schen Ansicht, nach welcher der Kaolinisirung eine Röthung durch ausgeschiedenes Fe_2O_3 vorhergeht.

Die Hornblende wird viel stärker angegriffen, als die Feldspäthe, und besonders CaO und FeO extrahirt; auch gab bei derselben ein Versuch mit nur dreiwöchentlicher Einwirkung eine fast ebenso grosse Zersetzung. Eine sehr geringe Angreifbarkeit zeigt das Magneteisen; dagegen ist die Wirkung auf Apatit, wie man sieht, eine sehr starke, während man nach seiner meist unzersetzten Beschaffenheit in Gesteinen das Gegentheil erwarten sollte; CaO und P_2O_5 werden ungefähr in demselben Verhältniss, wie sie im Mineral enthalten sind, gelöst. Die stärkste Zersetzung hat von den untersuchten Substanzen der Olivin erlitten; unter seinen Bestandtheilen löst sich am meisten das FeO, eine Thatsache, mit welcher die Bildung von Magneteisen und Eisenoxydhydrat bei der Serpentinisirung im Einklange ist; die Metalle stehen zum Si in dem gelösten

Antheil ungefähr in dem Verhältniss, wie im Serpentin, so dass also wohl anzunehmen ist, dass die Serpentinbildung in der Natur durch kohlensäurehaltiges Wasser bewirkt worden sei. Aber auch der Serpentin selbst wird, wie der Versuch No. 10 zeigt, noch durch CO_2-haltiges Wasser weiter zersetzt.

Ref.: P. Groth.

20. E. Neminar (in Wien): **Zur chemischen Analyse des Mejonit** (Tschermak's min. Mittheil. 1877, S. 61—64). Sowohl im Skapolith, als im Mejonit fand der Verf. geringe Mengen von Chlor und Kohlensäure, durch deren Uebersehen die früheren Analysen einen zu grossen Wassergehalt ergeben konnten. Ersetzt man die Bestimmungen des letzteren in den früheren Analysen des Verf. (Tscherm. min. Mitth. 1875, S. 51) durch seine neuen Bestimmungen, so ergiebt sich (im Mittel) für den Mejonit:

SiO_2	43,36
Al_2O_3	32,09
CaO	21,45
MgO	0,31
Na_2O	1,35
K_2O	0,76
H_2O	0,27
Cl	0,14
CO_2	0,72
	100,45

Ein Einfluss auf die Formel des Minerals kann den letzteren Bestandtheilen nicht zugeschrieben werden. Ref.: P. Groth.

21. C. Dölter (in Graz): **Beiträge zur Mineralogie des Fassa- und Fleimserthals** (Tschermak's min. Mittheil. 1877, S. 65—81).

1. Chemische Zusammensetzung des Fassait. Reine Krystalle dieses Minerals vom Monzoni waren bisher noch nicht analysirt worden; der Verf. untersuchte folgende Varietäten und legte dabei besonderes Gewicht auf die Trennung von FeO und Fe_2O_3:

Analyse I: Fassait vom Toal della Foja, vom Contakt des Kalksteins mit Monzonit; ganz reine Krystalle der Combination (110) (100) ($\bar{2}21$) ($\bar{1}11$) (021);

Analyse II: Derber F. desselben Fundortes, krystallinisch körnig, von grasgrüner, intensiverer Farbe, als die Krystalle, ebenfalls rein (mikroskopisch geprüft) und recht frisch;

Analyse III: Fassait vom Nordabhang des Mal Inverno, mit Serpentin im Kalkstein, an dessen Contact mit Monzonit, vorkommend; grasgrüne Krystalle von pyramidalem Habitus; ziemlich frisch:

	I	II	III
SiO_2	43,81	44,06	41,97
Al_2O_3	9,97	10,43	10,63
Fe_2O_3	7,01	5,91	7,36
FeO	1,52	1,67	0,55
MgO	12,51	13,10	10,29
CaO	25,10	25,20	26,60
H_2O	0,51	0,15	2,70
	100,43	100,52	100,10

Es ergiebt sich hieraus, dass der Tiroler Fassait keineswegs zum Diopsid zu rechnen ist, dass er vielmehr den Thonerde-Augiten näher steht. Von letzteren unterscheidet er sich jedoch durch die grössere Menge Fe_2O_3 und den geringeren Gehalt an FeO. Bei dem in den Analysen gefundenen Wassergehalt wäre allerdings auch eine beginnende Veränderung und demnach eine Oxydation des FeO möglich, daher auch von der Berechnung einer Formel Abstand genommen ist. Ein weiterer Unterschied beruht auf dem bedeutenden Kalk- gegenüber dem Magnesiagehalt.

2. Neuer Fundort von Contactmineralien. Bei dem Fundort des Liebenerit, nicht weit von der Boscampo-Brücke, am Nordabhang der Malgola gegen das Travignolo-Thal, durchsetzt der Monzonit gangförmig den Kalk und am Contact finden sich: Fassait in Krystallen derselben Form, wie am Toal della Foja, Spinell in einfachen Oktaëdern und Zwillingen, Granat in blassgrünen Krystallen (110) (112), Blättchen von Brandisit, Serpentin in grösseren Massen, Kalkspath.

3. Magneteisen vom Mulatto. Eine stockförmige Masse fast reinen Magnetites kommt am Westabhang des Mulatto gegen das Val di Viezena hin vor; auf dem derben Mineral aufsitzend fanden sich einige schöne Krystalle von 5—8mm Durchmesser mit den Flächen: (110) ∞O, (135) $5O\frac{5}{3}$, (113) $3O3$, (111) O. An einer benachbarten Stelle finden sich reine Dodekaëder, z. Th. in Zwillingen nach dem Spinellgesetz.

4. Contactmineralien an der Costa di Viezena. An diesem Rücken, der sich von der Spitze des Viezena zum Mulattogipfel hinzieht, ist der Kalkstein im Contact mit Melaphyrgängen in ein Gemenge von einem grünen Silikat mit Calcit verwandelt und enthält folgende Mineralien: Granat in kleinen honiggelben Dodekaëdern, Spinell in Oktaëdern, einfachen und Zwillingen, Uralit in prismatischen Krystallen ohne Endflächen, Epidot (der auch in Hohlräumen des Melaphyr's vorkommt) in langen Nadeln mit den gewöhnlichen Querflächen, einmal auch mit den Endflächen z (∞P, 110), n (P, $\bar{1}11$) und o ($P\infty$, 011); endlich Quarz. An einer andern Stelle finden sich Amphibol und Eisenglanz.

5. Magneteisen vom Monzoni und Monte Comon. Am ersteren, im Allochethale, kommen Magnetitoktaëder vor, oft in Brauneisen umgewandelt, und derber Magnetit findet sich im Kalk, am Contact mit Melaphyr, am Wege aus dem Val Sacina gegen den Monte Comon.

6. Eisenkies. Bei Viezena beobachtet man dieses Mineral in der Combination 100 . 102 auf dem Soracrep in einer Breccie von Kalksteinstücken mit Melaphyrtuff und in der Combination 111 . 102 auf der Costa di Viezena, mit Granat auf umgewandeltem Kalk; am letzteren Orte ist er in Brauneisenerz verwandelt. Beim Monzoni, und zwar auf Le Selle bei dem Fundorte des Amphibols und Eisenglanzes, kommen im grossblättrigen Marmor Krystalle mit den Flächen (100) $\infty O\infty$, π (123) $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$, (102) $\left[\frac{\infty O2}{2}\right]$, und (111) O vor.

7. Mineralien im Melaphyr vom Mulatto. In Hohlräumen dieses deckenförmig auftretenden Gesteines wurden beobachtet: Kupferkies in der Form $\varkappa$ (111) $\varkappa$ ($\bar{1}11$), Adular in kleinen, einfachen Krystallen oder Zwillingen des Bavenoër Gesetzes, Apatit in langen Prismen, Eisenkies in Pentagondodekaëdern, Lièvrit in strahligen Massen.

8. In den Drusenräumen des Turmalingranit vom Mulatto treten

auf: Orthoklas, tafelförmig nach (010) oder prismatisch, schwarzer Turmalin mit den gewöhnlichen Rhomboëdern, Albit in kleinen Zwillingen.

Ref.: P. Groth.

22. J. Niedzwiedzki (in Lemberg): **Steinsalz, Sylvin und Anhydrit von Kalusz** (Tschermak's min. Mitth. 1877, S. 95—97). Eine Anzahl Steinsalzkrystalle, herstammend aus einem Haufwerk von durch einander gewachsenen Steinsalz-, Gyps- und Syngenit-Krystallen, welche in einer nun verschütteten Seitenstrecke vor einigen Jahren als letzte Neubildungen angetroffen wurden, zeigen die Combination (100) $\infty O \infty$, (102) $\infty O 2$*). Der Sylvin fand sich fasrig vor, in plattenförmigen Adern Thonstücke durchziehend; derselbe enthielt 60—80 KCl, gegen 20—40 $NaCl$. Der Anhydrit von Kalusz bildet blass violblaue oder grauliche, fest aneinander gewachsene Kugeln von 3—4 Centim. Durchm., welche eine ausgezeichnete dünnstängelig concentrische, z. Th. dabei auch eine concentrisch schaalige Textur besitzen. Dieselben liegen im Sylvin.

23. G. Tschermak (in Wien): **Notizen** (Tschermak's min. Mitth. 1877, S. 97). Simonyit (Blödit) fand sich grün gefärbt, mit Löweït, Anhydrit und Steinsalz im Riethaler Sinkwerk bei Ischl.

Wie früher mitgetheilt (Tschermak's min. Mitth. 1873, S. 4), wird gepulverter Atakamit durch eine Lösung von doppelt kohlensaurem Natrium bei gewöhnlicher Temperatur binnen wenigen Tagen in Malachit verwandelt. Compacte Krystalle hatten während so kurzer Zeit keine Veränderung erfahren, durch eine vierjährige Einwirkung jener Lösung ist es aber nun gelungen, solche von $1,2^{mm}$ Durchm. in vollständige Pseudomorphosen von Malachit nach Atakamit zu verwandeln.

Ref.: P. Groth.

24. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ein neuer Barytfeldspath** (Tschermak's min. Mitth. 1877, S. 99—100). Der Verf. beobachtete an mehreren Spaltungsstücken eines Feldspaths von unbekanntem Fundort, welcher Zwillingsbildung nach (010) zeigte, den Winkel der beiden Spaltungsflächen zu $86^0\ 37'$, ähnlich dem Labrador; von diesem weichen aber die optischen Eigenschaften ab: eine Platte senkrecht zur 2. Mittellinie erhält man, wenn man die spitze Kante (010) (001) durch eine $91\frac{1}{2}^0$ gegen (001) geneigte Fläche abstumpft; dieselbe lieferte $2H_o = 100\frac{1}{2}^0—101\frac{1}{2}^0$ und zeigt starke geneigte mit schwacher gekreuzter Dispersion; eine Platte senkrecht zur 1. Mittellinie ist normal zu (010) und bildet mit (001) 87^0, sie liefert $2H_a = 92^0$ ($\varrho > v$), schwache horizontale Dispersion mit ausgesprochener geneigter. Durch dünne Platten nach (001) findet die Auslöschung statt unter 5^0 gegen die Kanten (001) (010), in Platten nach (010) unter $7\frac{1}{2}^0$ gegen dieselbe Kante.

In der That lieferte auch die Analyse den Beweis, dass hier ein neuer Plagioklas, ein asymmetrischer Barytfeldspath, vorliege; Hr. Pisani fand:

---

*) Von der letzteren Form erklärt der Verf., dass sie »bekanntlich« am Steinsalz noch nicht beobachtet worden sei. »Bekanntlich« hat aber F. v. Kobell die gleiche Combination bereits vor langer Zeit von Berchtesgaden beschrieben, und ist der Pyramidenwürfel (102) u. a. auch in Dana's Min. aufgeführt.

Der Ref.

SiO_2	55,10
Al_2O_3	23,20
Fe_2O_3	0,45
BaO	7,30
CaO	1,83
MgO	0,56
Na_2O	7,45
K_2O	0,83
Glühverlust	3,72
	100,44

Dies führt zu dem Sauerstoffverhältniss $RO : R_2O_3 : SiO_2 = 1 : 3 : 8$. Specif. Gew. 2,835.

Ref.: P. Groth.

25. A. H. Church (in Cirencester): **Analyse eines Serpentin von Japan** (Min. Mag. a. J. of the Min. Soc. Gr. Brit. pp. No. 4, S. 99—100). Ein zu 10 Zoll langen Stäben verarbeiteter japanesischer S. von ganz blass graugelber Farbe, von der (auffallend hohen) Härte 5 und dem Gew. 2,58, ergab bei der Zerlegung:

	I	II	III
SiO_2	—	45,56	45,20
MgO	—	41,75	42,86
Al_2O_3 und Fe_2O_3	—	2,22	2,12
H_2O	12,19	—	—

Die Formel $H_2Mg_3Si_2O_8 + H_2O$ erfordert 43,48 SiO_2, 43,48 MgO und 13,04 H_2O.

Ref.: P. Groth.

26. J. B. Hannay (in Glasgow): **Ueber den Wassergehalt des Opals** (Min. Mag. S. 106—109). Ein Opal von 8,85% Wassergehalt, entsprechend der Formel $3SiO_2 . H_2O$, wurde der Wirkung eines trockenen Luftstromes bei 100° ausgesetzt: es fand sich, dass 5,01% H_2O sehr schnell entwichen, nämlich durchschnittlich 0,26% in der Sekunde, dagegen der Rest sehr langsam, 0,036% in der Sekunde. Nachdem der erstere Theil des Wassers entwichen ist, hat die Substanz die Zusammensetzung: $6SiO_2 . H_2O$.

Künstlich dargestelltes Kieselsäurehydrat von der ungefähren Zusammensetzung: $SiO_2 . 4H_2O$ verlor unter gleicher Behandlung zuerst äusserst schnell $3H_2O$, von der übrig bleibenden Verbindung $SiO_2 . H_2O$ weniger schnell $^5/_6$ des Wassers, so dass wieder die Verbindung $6SiO_2 . H_2O$ entstand, welche ihren Wassergehalt ebenso langsam abgab, wie es beim Opal der Fall war.

Ref.: P. Groth.

27. Th. Davies (in London): **Vauquelinit von Schottland und Cantonit von Cornwall** (Min. Magaz. S. 112—114). Der Verf. fand auf derbem, mit Cerussit gemengtem Pyromorphit von Leadhills, und ebenso auf Pyromorphit von Wanlockhead in Dumfriesshire, eine dünne drusige Kruste, welche nach ihren

äusseren Eigenschaften und nach qualitativen chemischen Versuchen aus Vauquelinit bestand.

Cantonit, d. i. Kupferindig (Covellin) pseudomorph nach Bleiglanz, bisher nur von der Canton-Mine in Georgia bekannt, findet sich auch in Cornwall auf der Grube Wheal Falmouth und auf Wheal St. George-Perran. Der des ersteren Fundortes enthält 64 *Cu*, 25 *S*, der Rest besteht aus fremden Substanzen, namentlich einem silberreichen Bleiglanz, was für seine pseudomorphe Natur spricht, übrigens stimmt er in allen Eigenschaften, der hexaëdrischen Absonderung u. s. w., mit dem amerikanischen überein.

Ref.: P. Groth.

28. J. H. Collins (in Truro): **Turmalineinschlüsse in Quarz** (Min. Magaz. S. 115—116). Ganz schwarze undurchsichtige Quarzkrystalle von St. Just in Cornwall erwiesen sich, dünngeschliffen, unter dem Mikroskop ganz erfüllt mit feinen Turmalinnadeln, welche aber selbst durchsichtig, gelb, grün oder braun bis fast farblos, waren. Dieselben erschienen in äusserst feine Büschel zerfasert, aber stets nur an einem Ende, so dass auch in dieser Erscheinung, welche jedenfalls von der Störung der Krystallisation durch den gleichzeitig krystallisirenden Quarz herrührt, die Hemimorphie des Turmalin's zur Geltung gelangt.

Ref.: P. Groth.

29. J. Bachmann (in Bern): **Neue Mineralfundstätte im Wallis** (Mittheilungen der Berner naturforsch. Gesellsch. 1877, S. 25 f.). In einem Bericht über die neuen Erwerbungen des Berner mineralogischen Museums giebt der Verf. einige Notizen über eine neue Fundstelle im Wallis. Dieselbe liegt im Lötschenthal und gehört der Zone der grünen Schiefer an. In Hohlräumen, die mit losem Chlorit und braunem Lehm erfüllt sind, kommen, ebenfalls lose oder als Ueberzüge der im Chlorit liegenden Trümmer von Nebengestein, vor: Quarz in scherbenartigen Stücken, jedoch ringsum mit spiegelnden Flächen, und in Krystallen, deren Bildung durch Asbest in auffallender Weise gehindert worden ist; Kalkspath in primären Rhomboëdern bis 5^cm^ Kantenlänge oder in basischen Tafeln bis $1\frac{1}{2}^{dc}$ Durchmesser, mit Chlorit überzogen; die Krystalle der ersteren Form zeigen oft eine zweite umhüllende Kalkspathbildung von der Form $R3$, $\frac{1}{4}R3$; ferner sind auch linsenförmige Krystalle desselben Minerals, auf einer Seite gerundet und corrodirt, auf der andern scharfkantig mit den Flächen R, $-\frac{1}{2}R$, vorgekommen. Der Chlorit tritt in zollgrossen, aber eisenockrig verwitterten und tombakbraunen Krystallen auf. Endlich finden sich Orthoklas in einfachen, oft gewundenen Krystallen, Desmin in garbenförmigen Büscheln, Stilbit in schönen Krystallen und Axinit.

Ref.: P. Groth.

30. A. Streng (in Giessen): **Ueber den Chabasit** (Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- und Heilkunde, 1877, 16, 74—123). Es wurden von den HHr. Burkhardt und Hammerschlag folgende Chabasite aus der Umgegend von Giessen analysirt:

1) Ch. aus dem Basaltmandelstein von Nidda (am Wege nach Michelnau), mit Phillipsit zusammen vorkommend, zeigt Rhomboëder von 6^mm^ Durchm., deren Flächen durch eine stumpfe diagonale Kante in der Mitte getheilt sind; fast immer

Zwill. nach *oR* (0001), selten nach *R* (10$\bar{1}$1), in letzterem Falle meist ein Krystall nur als Lamelle dem andern auf- oder eingewachsen. Mikroskopisch geprüft rein. Spec. Gew. 2,133.

Wasserbestimmung durch Gewichtsverlust

bei 100°	200°	300°	bei schwacher	b. stark. Glühhitze
4,69	9,49	14,50	20,99	22,38
4,81	9,61	14,66	21,03	22,40
4,72	9,42	14,47	20,80	22,40
4,70	9,54	14,70	21,14	22,37
4,73	9,43	14,58	21,21	22,41
4,70	9,70	14,40	20,99	22,38
4,725	9,53	14,55	21,03	22,39

Das bei 300° getrocknete Mineral nahm in feuchter Luft das verlorene Wasser vollständig wieder auf.

	1.	2.	3.	4.	5.	6. Analyse.
SiO_2	46,81	46,82	46,99	47,40	46,93	46,85
Al_2O_3	20,73	21,19	20,71	20,64	20,68	20,81
CaO	11,19	10,68	10,95	10,99	10,94	11,11
K_2O	0,29	0,17	0,21	0,20	0,18	0,21

Mittel auf 100 berechnet:		divid. d. d. Atomgew.			
SiO_2	46,35	Si :	21,79	0,7675	
Al_2O_3	20,52	Al	10,98	0,1992	
CaO	10,83	Ca	7,74	0,1934	
K_2O	0,21	K	0,17	0,0044	
H_2O bis 300° fortgeh. 14,35 / » über » » 7,74	22,09	H	2,45	1,5835 / 0,8709	2,4544

2) Chabasit in zersetztem Basaltmandelstein am Wege von Altenbuseck nach Daubringen, ebenfalls mit Phillipsit, in nur 1—2 mm dicken Krystallen, sonst gleich dem vorigen.

Gewichtsverlust bei:

100°	200°	300°	bei schwacher	b. stark. Glühhitze.
3,99	10,99	14,98	20,10	21,77
4,10	11,11	14,68	19,87	21,81
3,90	10,70	15,21	20,32	21,79
3,98	10,81	14,85	20,24	21,76
3,99	10,90	14,93	20,13	21,78

Verhalten in feuchter Luft, wie 1); ebenso die folgenden.

	1.	2.	3.	4. Analyse
SiO_2	51,46	51,35	51,72	51,51
Al_2O_3	16,28	16,52	16,09	16,31
Fe_2O_3	1,42	1,51	1,63	1,25
CaO	6,72	6,81	6,55	6,93
K_2O	2,14	2,29	2,03	2,75
Na_2O	1,34	1,52	1,29	1,45

Mittel auf 100 berechnet:		divid. d. d. Atomgew.		
SiO_2	50,75	Si :	23,86	0,8404
Al_2O_3	16,06	Al	8,59	0,1559

Mittel auf 100 berechnet:				divid. d. d. Atomgew.	
Fe_2O_3	1,43	Fe	1,00	0,0089	
CaO	6,65	Ca	4,75	0,1187	
K_2O	2,27	K	1,88	0,0482	
Na_2O	1,38	Na	1,02	0,0445	
H_2O bis 300° fortgeh. 14,71 / » über » » 6,75	21,46	H	2,38	1,6230 / 0,7614	2,3844

3) Aus zersetztem Basaltmandelstein, am Fusse der Platte bei Annerod; die Chabasitkrystalle sind klein, farblos, Rhomboëder mit nur schwacher Andeutung der diagonalen Kante, Zwillinge nach dem 1. Gesetz; vollkommen frei von fremden Substanzen.

Gewichtsverlust bei

100°	200°	300°	bei schwacher	b. stark. Glühhitze.
4,00	11,63	15,16	21,20	22,50
4,20	11,01	14,91	20,93	22,38
4,13	11,33	15,00	21,41	22,39
3,90	11,05	14,78	21,12	22,59
4,10	11,60	15,30	21,33	22,46
4,02	11,21	14,99	21,45	22,67
4,06	11,31	15,02	21,24	22,50

	1.	2.	3. Analyse
SiO_2	49,90	50,10	49,91
Al_2O_3	18,21	18,48	19,03
Fe_2O_3	1,20	1,24	1,30
CaO	6,47	7,25	6,64
K_2O	2,11	1,99	2,20
Na_2O	0,97	0,73	1,10

Mittel auf 100 berechnet:				divid. d. d. Atomgew.	
SiO_2	48,93	Si =	23,01	0,8102	
Al_2O_3	18,19	Al	9,73	0,1766	
Fe_2O_3	1,22	Fe	0,85	0,0076	
CaO	6,64	Ca	4,74	0,1186	
K_2O	2,06	K	1,71	0,0437	
Na_2O	0,92	Na	0,68	0,0297	
H_2O bis 300° fortgeh. 14,72 / » über » » 7,32	22,04	H	2,45	1,6181 / 0,8307	2,4488

4) Phakolith von Annerod, am Wege nach Rödchen, mit und auf Natrolith in zersetztem Basaltmandelstein; nur durchscheinende Krystalle, Durchwachsungszwillinge, theils von der Form R $(10\bar{1}1)$ mit federförmiger Streifung, selten mit den Flächen $-2R$ $(02\bar{2}1)$ und $-\frac{1}{2}R$ $(01\bar{1}2)$, theils von der gewöhnlichen, linsenförmig gerundeten Phakolithform: $\frac{4}{3}P2$ $(11\bar{2}3)$ vorherrschend (Polk. 145° 22′ gemessen), dessen Polkanten von $-\frac{1}{2}R$ $(01\bar{1}2)$ abgestumpft, $-2R$ $(02\bar{2}1)$ matt, R $(10\bar{1}1)$ nur untergeordnet in den einspringenden Winkeln, welche eine tief eingeschnittene Rinne rings um den Krystall bilden (vergl. G. vom Rath, Poggend. Ann. 158, 387); diese Zwillinge haben meist 10—15, selten über 20 mm Durchmesser. Beide Ausbildungsformen sind durch Uebergänge verknüpft.

Unter dem Mikroskop zeigen sich die Krystalle ziemlich rein, aber erfüllt mit kleinen Spalten, auf denen sich eine graubraune oder gelbe Substanz abgeschieden hat. Spec. Gew. = 2,115.

Gewichtsverlust bei

100°	200°	300°	bei schwacher	b. stark. Glühhitze.
4,70	11,48	14,99	20,92	22,58
4,69	12,03	15,32	21,13	22,43
4,80	11,60	15,17	21,26	22,80
4,69	12,03	15,28	20,88	22,68
4,58	11,65	15,00	21,31	22,77
4,69	12,11	15,21	21,35	22,48
4,69	11,82	15,16	21,14	22,62

	1.	2.	3.	4.	5.	6. Analyse
SiO_2	47,37	47,41	47,30	47,37	47,48	47,24
Al_2O_3	19,51	19,50	19,42	19,55	19,61	19,52
Fe_2O_3	0,15	0,14	0,15	0,13	0,14	0,15
CaO	10,35	10,45	10,40	10,20	10,56	10,44
K_2O	0,43	0,40	0,40	0,39	0,42	0,38
Na_2O	0,74	0,69	0,59	0,82	0,61	0,81

Mittel auf 100 berechnet:				divid. d. d. Atomgew.	
SiO_2	46,82	Si =	22,01	0,7752	
Al_2O_3	19,29	Al	10,33	0,1873	
Fe_2O_3	0,14	Fe	0,10	0,0009	
CaO	10,29	Ca	7,35	0,1838	
K_2O	0,40	K	0,33	0,0085	
Na_2O	0,70	Na	0,52	0,0226	
H_2O bis 300° fortgeh. 14,98 » über » » 7,38	22,36	H	2,48	1,6554 0,8290	2,4844

Dieser letzte Phakolith ist oft in ein fasriges Mineral (Natrolith oder Skolezit?) umgewandelt, dessen Fasern der Hauptaxe parallel sind, und in der Mitte in einer horizontalen Naht zusammenstossen oder auch noch durch eine Schicht unveränderten Phakoliths getrennt sind.

Obgleich alle aufgeführten Analysen nach denselben Methoden ausgeführt sind, zeigen doch die Resultate erhebliche Abweichungen, indem das Verhältniss $Al_2 : Si$ bei dem Mineral von Nidda 1 : 3,85, bei dem von Annerod 1 : 4,12 resp. 1 : 4,4, bei dem von Altenbuseck 1 : 5,09 ist, so dass die Differenz des Kieselsäuregehaltes bis 4,4 % beträgt.

In der cit. Arbeit von G. vom Rath, wird bekanntlich der Beweis geliefert, dass Herschelit und Seebachit nichts Anderes sind, als Phakolithe. Dasselbe dürfte auch vom Gmelinit und Levyn gelten: Der Gmelinit soll allerdings nach dem Prisma (der Chabasit nach dem Rhomboëder) spalten, jedoch sind seine Formen in sehr einfacher Beziehung zu denen des Chabasit, da die vorherrschende Pyramide dann das Zeichen $\frac{2}{3}P = \pm \frac{2}{3}R$ ($20\bar{2}3$) erhalten würde; der berechnete Basiskantenwinkel derselben ist 100° 14′, während Des Cloizeaux 100° 6′, Breithaupt 100° 16′ fanden. Das Rhomboëder des Levyn würde dann $\frac{3}{4}R$ ($30\bar{3}4$) werden, mit dem Polk. winkel 106° 3′ (aus dem Axenverhältniss des

Chabasit berechnet: 107° 13′), die bisherige Form $-3R$ würde $-\frac{9}{4}R$ $(09\bar{9}4)$ und $-2R$ endlich $-\frac{3}{2}R$ $(03\bar{3}2)$.

Nimmt man die Vereinigung aller dieser Mineralien an, so ergeben sich für den Chabasit mit seinen Varietäten folgende (sicher bestimmte) Formen und Winkel (berechnet nach dem Axenverhältniss 1 : 1,0858):

	Pol- Kantenwinkel	Seiten- Kantenwinkel	
$+R = (10\bar{1}1)$		94° 46′	am Chabasit und Phakolith
$-\frac{1}{2}R = (01\bar{1}2)$	54° 47′	—	» » » »
$+\frac{2}{3}R = (20\bar{2}3)$	67 28	—	am Gmelinit und Phakolith
$-\frac{2}{3}R = (02\bar{2}3)$	» »	—	(Seebachit).
$+\frac{3}{4}R = (30\bar{3}4)$	72 47		am Levyn.
$-\frac{3}{2}R = (03\bar{3}2)$	99 45		» »
$-2R = (02\bar{2}1)$	107 7		am Chabasit und Phakolith.
$-\frac{9}{4}R = (09\bar{9}4)$	109 25		am Levyn.
$\frac{2}{3}P2 = (11\bar{2}3)$	34 6	108 12	am Chab., Phakol. u. Gmelinit
$\frac{1}{4}R3 = (\ldots.)$	49 24 24 7		am Chabasit.
$\infty R = (10\bar{1}0)$			am Gmelinit.
$\infty P2 = (11\bar{2}0)$			am Chab. und Phak.
$0R = (0001)$			an allen Var.

Optische Eigenschaften des Chabasit. Eine aus einem Krystalle von Nidda senkrecht zur Hauptaxe geschnittene Platte gab, in Folge zahlreicher kleiner Sprünge, kein deutliches Interferenzbild, und im parallelen Lichte zwischen gekreuzten Nicols erschien sie durch eine der Höhenlinien ihres dreiseitigen Umrisses (parallel den Flächen $\infty P2 = 11\bar{2}0$) in zwei Hälften getheilt, welche beim Drehen um 360° viermal hell und dunkel wurden, und zwar die eine unter 8—10° (f. *Na*-Licht) nach der einen, die andere ebenso viel nach der andern Seite der scharfen Trennungslinie. Andere Krystalle desselben Fundortes zeigten mehrere Trennungslinien, die Erscheinungen waren aber weniger regelmässig. Aehnlich verhalten sich die Krystalle von Annerod und von Aussig. Es wurden ferner Platten parallel einer Rhomboëderfläche hergestellt, und zwar nahe der natürlichen Oberfläche, indem jene *R*-fläche nur eben geschliffen, aufgekittet und dann von der andern Seite der grössere Theil des Krystalls abgeschliffen wurde; Dies geschah an Krystallen von Nidda, Annerod, Aussig, Oberstein und Nova Scotia. An solchen Platten zeigte sich nun stets eine scharfe Grenzlinie parallel der kurzen Diagonale, oft innerhalb des Umrisses aufhörend oder sich gabelnd, wobei die Arme parallel den Seiten des Rhombus liefen u. s. f., von der Stelle an, wo solche Linien im Innern aufhörten, waren die Farben der beiden Hälften in einander verlaufend. Um nun zu erkennen, ob diese Erscheinungen innerhalb des Krystalls mit solchen auf den Krystallflächen in Verbindung stehen, wurden die zu schleifenden Flächen vorher genau untersucht. Hierbei ergab sich, dass die der kürzeren Diagonalen parallel laufende, im Dünnschliff zwischen gekreuzten Nicols hervortretende Linie in ihrer Lage genau der durch die federförmige Streifung auf *R* hervorgebrachten, eine stumpfe Kante bildenden Naht entspricht, und dass, wo jene aufhört, auch diese endigt. Dieses Resultat veranlasste den Verf., die federförmige Streifung und das damit verbundene angebliche Skalenoëder, nach Phillips und Haidinger $^{13}/_{16}R\frac{5}{4}$, einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen. Es wurde eine Reihe von Messungen der stumpfen Polkante desselben ausgeführt, welche im Mittel an verschiedenen Krystallen ergaben:

3°	41′	Nidda	2°	12′	Oberstein	1°	8′	Aussig.
3	29	Oberstein	2	2	Annerod	1	6	Neuschottland
2	39	»	1	54	Aussig	1	0	Oberstein
2	32	»	1	37	»	0	44	Aussig
2	17	Annerod	1	28	Oberstein	0	21	Neuschottland

Daraus geht hervor, dass diese Flächen eine so schwankende Lage haben, dass sie nicht auf eine bestimmte Form bezogen werden können. Dieselben können aber auch nicht durch Zwillingsbildung erklärt werden, da die federförmige Streifung oft auf einer Fläche vorhanden ist und auf der dazu parallelen fehlt, oder wenn sie vorhanden ist, keine einspringende Kante hervorbringt. Die federförmige Streifung und die stumpfe Kante sind ferner (mit wenigen Ausnahmen) nur da vorhanden, wo aus der betreffenden Fläche die Ecke eines in Zwillingsstellung befindlichen zweiten Krystalls herausragt, und zwar geht die stumpfe Kante stets durch den Punkt, wo jene Fläche von einer Mittelkante des zweiten Krystalls durchschnitten wird; da zwei solcher Punkte vorhanden sind, erscheinen auch oft zwei, von beiden ausgehende, der kurzen Diagonale des Rhombus parallele, stumpfe Kanten, zwischen denen dann natürlich die Flächen einen einspringenden Winkel bilden. Dieselben Erscheinungen wiederholen sich auch auf den herausragenden, in Zwillingsstellung befindlichen Krystallecken.

Aus allen diesen Beobachtungen ist der Schluss zu ziehen, dass diese Flächen weder von dem Vorhandensein eines wirklichen Skalenoëders, noch von Zwillingsbildung herrühren, sondern von Störungen der den Krystall aufbauenden Kräfte: die sich anlagernden Theilchen werden von beiden Krystallen des Zwillings beeinflusst und müssen deshalb eine abweichende Lage annehmen, d. h. sogenannte »vicinale« Flächen hervorbringen. Da die Erscheinung auch beim Vorhandensein einer ganz kleinen Zwillingsecke eintritt, so muss man annehmen, dass da, wo keine solche sichtbar ist, dieselbe durch stärkeres Wachsthum des Hauptkrystalls bedeckt wurde. Mit dieser Erklärung lassen sich auch die optischen Erscheinungen vereinbaren: zu beiden Seiten der stumpfen Kante liegen die Theilchen entgegengesetzt, daher die verschiedenen Auslöschungsrichtungen in den Platten nach R; hiermit stehen jedenfalls innere Spannungen im Zusammenhange, welche (ebenso wie bei dem Herschelit und Seebachit) bewirken, dass die Krystalle in Platten senkrecht zur Hauptaxe nicht einaxig, sondern zweiaxig erscheinen.

Es wurden ferner zahlreiche Messungen des Hauptrhomboëders angestellt an Krystallen von Nidda, Aussig, Annerod und Oberstein, aber wegen jener Streifung sehr schwankende Werthe (Polk. von 80° 53′ bis 83° 43′, Mittelk. 98° 38′ bis 93° 45′) gefunden. Ganz von Streifung freie Flächen hatte nur ein Krystall von Annerod mit 85° 7′ Polkantenwinkel, sowie einer von Nidda, welcher 85° 8′ und 85° 27½′ ergab; das Mittel dieser Zahlen, 85° 14′, stimmt genau mit dem von Phillips und Haidinger angegebenen Werthe, welcher der S. 523 gegebenen Winkeltabelle zu Grunde gelegt ist. Eine an Krystallen von Nidda und Annerod vom Verf. beobachtete Form zwischen R und $-\frac{1}{2}R$ würde nach angenäherten Messungen das Zeichen $\frac{1}{4}R3$ erhalten.

Was endlich die chemische Zusammensetzung des Chabasits betrifft, so hat Rammelsberg für einige von ihm untersuchte Vorkommnisse die Formel:

$$(K, Na, H)_2\, Ca\, Al_2\, Si_5\, O_{15} + 6\, H_2O$$

aufgestellt und dabei angenommen, dass alles über 300° entweichende Wasser zur Constitution des Silikatmoleküls gehöre. Aus den oben mitgetheilten Analysen [illegible]ht sich aber eine grössere Menge dieses Wassers, d. h. auf 2 At. Al mehr

als 4, z. Th. über 5 At. (K, Na, H). Es müsste ferner mit steigendem Alkaligehalt der des Constitutionswassers abnehmen, während Rammelsberg's Analysen grade das Umgekehrte zeigen. Der Verf. zeigt nun durch Zusammenstellung der aus allen bisherigen Analysen von Chabasit, Phakolith, Gmelinit, Levyn und Herschelit berechneten Zahlen, dass das Verhältniss

$$Al_2 : (Ca, K_2, Na_2)$$

bei der grossen Mehrzahl fast ganz genau = 1 : 1 ist und dass mit steigendem Ca-Gehalt der der Alkalien abnimmt, diese Metalle demnach als einander isomorph vertretend angenommen werden müssen. Dagegen variirt das Verhältniss $Al_2 : Si$ von 1 : 3,1 bis 1 : 5,2, ein Umstand, der sich nicht auf eine Beimengung von Quarz schieben lässt; mit wenigen Ausnahmen*) steigt auch der Wassergehalt mit dem Si, so dass es Glieder dieser Reihe von folgenden Formeln giebt:

$$\overset{II}{R}\, Al_2\, Si_3\, O_{10} + 5\, H_2O$$
$$\overset{II}{R}\, Al_2\, Si_4\, O_{12} + 6\, H_2O$$
$$\overset{II}{R}\, Al_2\, Si_5\, O_{14} + 7\, H_2O$$

und zwar finden sich die gleichen Verschiedenheiten, wie an verschiedenen Fundorten und Varietäten, auch an demselben Fundorte. Zu dem Steigen des Si-Gehaltes steht derjenige an Alkalien in keinem Zusammenhange, denn alkalireiche Chabasite befinden sich unter den Si-reichen, wie unter den Si-armen. Die Varietäten Levyn, Gmelinit und Herschelit sind regellos in der Reihe der Chabasite verstreut, so dass auch vom chemischen Standpunkte aus eine Trennung derselben vom Chabasit nicht möglich ist.

Das specif. Gewicht scheint mit steigendem Si- (und H_2O-) Gehalt abzunehmen, wie folgende Reihe zeigt, in welcher die mit * bezeichneten Zahlen vom Verf. neu bestimmt wurden.

	$Al_2 : Si$	Spec. Gew.
Levyn von Island	1 : 3,1	2,21
Phakolith v. Richmond	1 : 3,72	2,135
Chabasit v. Nidda	1 : 3,85	*2,133
Phakolith v. Annerod	1 : 4,12	*2,115
Chabasit a. d. Fassathal	1 : 4,3	2,112
Chabasit v. Oberstein	1 : 4,9	*2,092
Chabasit v. Aussig	1 : 4,93	*2,093

Doch weichen einige ältere Bestimmungen davon ab.

Aus den vorstehenden Untersuchungen ergiebt sich somit, dass die Zusammensetzung des Chabasit und der ihm nahe stehenden Mineralien bei gleicher oder sehr ähnlicher Form eine innerhalb bestimmter Grenzen schwankende ist, indem entweder zwei isomorphe Substanzen von verschiedener Zusammensetzung (welche aber für sich noch nicht bekannt sind) mit einander gemischt erscheinen, oder indem neben $Al_2\, Si_3\, O_9$ und $Ca\, Si\, O_3$ noch wechselnde Mengen des Bisilikates $H_2\, Si\, O_3$, welches dann als isomorph mit den beiden andern Silikaten betrachtet werden müsste, chemisch beigemischt sind.

Ref.: P. Groth.

---

*) Dazu ist noch zu bemerken, dass die Angaben über den Wassergehalt einer und derselben Varietät bei den verschiedenen Beobachtern variiren, da das Mineral bereits in trockener Luft Wasser verliert.

31. F. Sandberger (in Würzburg): **Schwarzwalder Mineralfunde** (N. Jahrb. f. Min. u. Geogn. 1877, S. 167—168). Bei Wittichen wurden neu aufgefunden: Wismuth in Klaprothit eingewachsen, auf Grube Daniel in Gallenbach, Wismuthglanz auf Baryt von Gr. Neuglück, Zeunerit im Granit am Saalband des St. Antonganges, Xanthokon mit Arsensilberblende in Klüften von fleischfarbenem Schwerspath auf Gr. Sophie.

Ferner wird die oben unter No. 38 wiedergegebene Hilger'sche Analyse des Magnetkieses mitgetheilt, welcher mit wenig Kupferkies, Eisenkies und Molybdänglanz, ferner mit graugrünem Orthoklas, braunem Glimmer, Cordierit und grünem Mikroklin eine kleine Erzlagerstätte im Gneisse am Mättle bei Todtmoos im Schwarzwald bildet.

Ref.: P. Groth.

32. A. von Lasaulx (in Breslau): **Schlesische Mineralfunde** (Ebenda, S. 174—175). Ytterspath in kleinen Krystallen [(111), (100), selten und klein (110)] im grobkörnigen Granit des Schwalbenberges bei Königshayn nahe Görlitz. — Flussspath (Oktaëder) in einer Mandel des Melaphyres im Steinbruch an der Ruine Neuhaus bei Dittersbach; in dieser Geode erscheint als älteste Bildung Kalkspath, dann Quarz, Eisenoxyd, darauf Schwerspath und Flussspath.

Ref.: P. Groth.

33. A. Schrauf (in Wien): **Neue Mineralvorkommnisse im Graphit von Mugrau in Böhmen** (Ebenda, S. 251—257). Der Graphit des Böhmerwaldes bildet lange Lagerzüge im Gneiss, besonders ergiebige bei Mugrau und Schwarzbach. Das Mugrauer Lager besteht in der Mitte aus reinem Graphit, während die Contactzonen durch zersetztes Nebengestein, wesentlich Silikate und Sulfate von Eisen, verunreinigt sind. Aus diesen Zonen stammen die beschriebenen Mineralien:

1) Ihleït, ein Zersetzungsprodukt des Eisenkieses, dem Misy nahestehend, bildet traubenförmige orangegelbe Ausblühungen, welche an trockner Luft blassgelb werden. Spec. Gew. 1,812. Zusammensetzung nach 3 Analysen:

SO_3	38,2	37,4	37,2
FeO	2,1	} 26,1	1,4
Fe_2O_3	} 24,5		} 25,6
Al_2O_3		0,3	
CaO	—	0,4	0,3
H_2O	35,5	35,6	35,3
	100,3	99,8	99,8.

Wenn man den FeO-Gehalt als von beigemengtem Eisenvitriol herrührend betrachtet, so entspricht Dies der Formel:

$$Fe_2S_3O_{12} + 12\,H_2O.$$

Der Ihleït bildet sich besonders reichlich auf der Halde.

2) Chloropal erscheint in 1—2 Millim. dicken Schichten, von schön schwefelgelber Farbe und erdigem Bruch, im Graphit. Zwei Analysen ergaben:

H_2O	19,62	18,32
Fe_2O_3	27,50	28,91
Al_2O_3	4,16	3,19
CaO	2,97	3,35

MgO	1,77	2,84
Alkalien	Spur	—
SiO_2 direct	—	42,93
durch Verlust	43,98	—
	100,00	99,53.

Diese mit dem Nontronit übereinstimmende Zusammensetzung giebt die Formel:

$$(Ca, Mg)\,(Fe, Al)_4\,Si_7\,O_{21} + 10\,H_2O.$$

Unter dem Mikroskop zeigt sich das Mineral zusammengesetzt aus halbdurchsichtigen und schwach doppeltbrechenden Blättchen.

3) Kalkspath bildet Ausfüllungen enger Drusenräume in reinem Graphit oder in grünen Kieselknollen und zeigt die spitzen Skalenoëder $R9$, $R13$ und $R15$.

Ref.: P. Groth.

84. F. Sandberger (in Würzburg): **Fahlerz von Kahl** (Ebenda, S. 275). Dieses Fahlerz, dessen Fundort nur 2 Stunden von Biber in Hessen entfernt liegt, und von welchem sich im Würzburger Museum einer der seltenen Durchkreuzungszwillinge (nach der Würfelfläche symmetrisch) befindet, ergab Herrn Mutzschler:

Bi	Spur
Sb	24,9
As	2,6
Fe	3,6
Zn	4,5
Cu	36,3
Ag	0,5
Co	0,5
S	25,9
	98,8.

Ref.: P. Groth.

85. J. von Schröckinger (in Wien): **Manganreiche Sphärosiderite aus Ungarn** (Verhandl. d. geol. Reichsanst. in Wien, 1877, 114). Von drei verschiedenen Vorkommen (*a*, *b*, *c*) von Felsöbanya, wo das Mineral in kleinen schmuzig weissen oder gelbbraunen Kügelchen theils auf Antimonglanz, theils auf Baryt vorkommt, und einem von Kapnik (graue oder gelbliche stalaktitische Massen mit concentrisch schaaliger Textur, Anal. d.) wurden durch Hrn. Dietrich Analysen ausgeführt:

	a	*b*	*c*	*d*
$FeCO_3$	53,07	46,64	62,12	56,84
$MnCO_3$	44,36	38,07	27,76	39,84
$CaCO_3$	1,15	9,96	7,05	0,55
$MgCO_3$	1,49	4,78	2,41	1,29
(H_2O)	—	—	—	0,67
	100,07	99,45	99,34	99,19

Ref.: P. Groth.

86. Ders.: Szmikit, ein neues Mangansulfat (ebenda, S. 115—117). Stalaktische Knollen, im frischen Bruche röthlichweiss bis rosenroth, Härte 1½; spec. Gew. 3,15. Die Analysen von d. Hrn. Schrauf und Dietrich ergaben:

	Schrauf	Dietrich
SO_3	47,43	47,11
MnO	41,78	41,61
H_2O	10,92	11,19
	100,13	99,91

Dies führt auf die Formel:

$$MnSO_4 + H_2O$$

welche erfordert:

SO_3	47,34
MnO	42,01
H_2O	10,65
	100,00

Das Mineral kam in bedeutender Menge zu Felsöbanya in der Privatgrube Leppen Szt. Mihály vor, welche jetzt nicht mehr im Betriebe steht.

Ref.: P. Groth.

XXXV. Mineralogische Bemerkungen.

(III. Theil.)

Von

H. Laspeyres in Aachen.

(Hierzu Tafel XXIII.)

---

8. Krystallographische und optische Untersuchungen an Glauberit.

Eine Anzahl Stufen von Glauberit-Krystallen von Aranjuez im Tajothale, welche mir durch Herrn E. Landsberg hier zukamen, stehen zwar an Grösse den neuerdings von Herrn Schuchardt in Görlitz in den Handel gebrachten Krystallen von Ciempozuelos unweit Villarubia nach — sie erreichen höchstens 20^{mm} Länge — sind dafür aber völlig wasserklar und luftbeständig, sowie von einer unübertrefflichen Flächenbeschaffenheit, obgleich sich alle Krystalle in grauem Thone gebildet haben, der sich mit zarten Pinseln völlig entfernen lässt.

Aus der Oberfläche von über faustgrossen festen Knollen von Thon und Glauberit ragen die zahlreichen Krystalle rein hervor.

Diese herrliche Ausbildungsweise der Krystalle veranlasste mich zu ihrer krystallographischen und optischen Untersuchung, einmal weil die älteren, wohl an spanischen Krystallen ermittelten Winkel und Axenlängen, die Naumann, Phillips, Miller und Andere angeben, z. Th. nicht unbedeutend von denjenigen abweichen, welche Sénarmont (Ann. de chim. et de phys. **36**, 1852, 157 — Kenngott Uebersicht **1852**, 17) an Krystallen von Iquique in Peru, Dufrénoy (Min. **2**, 1856, 236) an Krystallen von Vic und v. Zepharovich (Wiener Sitzber. **69**, 1874, 1) an den schönen Krystallen von Westeregeln gefunden haben, und andermal weil die bisherigen optischen Untersuchungen des Glauberit durch Brewster (Pogg. Ann. **21**, 1831, 607 — **27**, 1833, 480) und Descloizeaux (Ann. des mines. **11**, 1857, 333 — **14**, 1858, 406, Mémoires de l'Institut de France **18**, 1868, 644) nicht viel mehr als auf die eigenthümlichen und interessanten optischen Eigenschaften dieser Substanz aufmerksam gemacht haben.

A. Krystallform (Fig. 6).

Die, gleich den meisten Krystallen von Iquique, immer nahezu in der Richtung der Linie *a* : *c* langgestreckten und aufgewachsenen Krystalle sind nicht viel flächenreicher als die flächenarmen Krystalle von Villarubia. Alle zeigen:

$s = -P$ (111)
$m = \infty P$ (110)
$c = oP$ (001)
$a = \infty P\infty$ (100)

ausserdem die meisten, oft in nicht unbedeutender Ausdehnung, noch die sonst so seltene und untergeordnete $e = 3P3$ ($\bar{3}11$) und ganz untergeordnet noch $n = P$ ($\bar{1}11$) in Zone $c:m$ und $e:s$.

Alle Flächen sind fehlerfrei ausgebildet, nur *c* und *s* gehen durch zahllose Oscillationen, welche bald deutliche Treppung bald nur die zarteste Streifung veranlassen, langsam in einander über, allein immer so dass von beiden Flächenarten die äussersten, z. Th. mehrere Millimeter breiten Theile völlig ungestreift, ebenfalls die schärfsten Spiegelbilder geben.

Diese vertragen bei allen Flächen, am besten auf *m*, *c* und *a* die Anwendung der feinsten Signale und der Fernrohre. Bei der sicheren Centrirung und Justirung der Kanten an den E. Jünger'schen Goniometern*) ziehe ich ein Fernrohr und Tagessignal — im vorliegenden Falle ein 2^{mm} breiter Lichtspalt im 6 Meter entfernten und z. Th. verdunkelten Fenster — allem Anderen vor. An den 4 besten Krystallen wurden ermittelt die folgenden

Fundamentalwinkel:

Kante	Gemessen Maximum	Minimum	Mittel	der Messungen Zahl	Werth	Winkel nach v. Zepharovich
$\infty P\infty : oP$**)	112° 11′ 20″	112° 9′ 50″	112° 10′ 27″	10	0	112° 10′ 50″
$\infty P\infty : \infty P$***)	48 31 30	48 29 10	48 30 30	14	0	48 29 6
$\infty P : -P$	32 31 40	32 29 20	32 30 6	20	0	32 28 45

daraus berechnen sich die krystallographischen Elemente:

	Laspeyres	Miller	v. Zepharovich
Axenschiefe C =	67° 49′ 33″	68° 16′	67° 49′ 10″
a =	1,220924	1,2096	1,2199
b =	1	1	1
c =	1,0270307	1,0226	1,0275

*) v. Lang, Denkschriften d. Wiener Akademie 1875.

**) Eine nicht benutzte Versuchsreihe ergab:
112° 10′ 40″ — 112° 9′ 10″ — 112° 10′ 6″. — 10. I.

***) Eine nicht benutzte Versuchsreihe ergab:
48° 31′ 40″ — 48° 29′ 40″ — 48° 30′ 27″ — 14. I—0.

Bei der fast völligen Uebereinstimmung der Elemente des Glauberit von Aranjuez und Westeregeln sind die abweichenden Angaben nach Miller und Anderen wohl keine Funktion der Substanz sondern nur Folge der unvollkommeneren Ausbildungsweise der früher gefundenen Krystalle und der weniger guten Messinstrumente älterer Krystallographen.

Wenn ich meinen Messungen mehr Gewicht beilege als denen von v. Zepharovich, so geschieht es nur deshalb, weil die Flächenbeschaffenheit der Krystalle von Westeregeln, wie auch aus den Angaben von v. Zepharovich hervorgeht, gegen die der Krystalle von Aranjuez zurücksteht, was am besten aus der Differenz der Grenzwerthe bei den Messungen der Fundamentalwinkel von:

von Zepharovich	—⁰ 3′ 20″	—⁰ 3′ 15″	—⁰ 7′ 30″
und mir	—⁰ 1′ 30″	—⁰ 2′ 20″	—⁰ 2′ 20″

sich ergiebt.

Aus den von mir ermittelten Elementen berechnet sich:

e:*e* an der Symmetrieebene 44⁰ 16′ 54″

m:*m* » » » 97⁰ 1′ 0″

Zur Controle gemessen, wurde gefunden:

Kante	Maximum	Minimum	Mittel	d. Messungen Zahl	d. Messungen Werth
e:*e*	44⁰ 17′ 10″	44⁰ 14′ 20″	44⁰ 15′ 40″	16	I
m:*m*	97 3 10	96 58 50	97 — 47	10	I

Bei solcher Uebereinstimmung scheint mir jede weitere Messung überflüssig.

Zwillinge wurden nicht beobachtet.

B. Optische Untersuchungen (Fig. 1—5. 7).

Im Folgenden setze ich den Inhalt der Eingangs citirten Arbeiten von Brewster und Descloizeaux über denselben Gegenstand als bekannt voraus. Beim Vergleich derselben mit dem Folgenden wird man sehen, dass die ganz allgemein gehaltenen Angaben von Brewster sich völlig mit den meinigen decken, während die etwas spezielleren Mittheilungen von Descloizeaux mehrfach meinen Beobachtungen nicht entsprechen.

Dieser Umstand dürfte aber nicht in einem etwas verschiedenen Verhalten der Substanz an den verschiedenen Fundorten begründet sein, sondern darin, dass, wie es scheint, Descloizeaux aus Mangel an wasserklarem Glauberit sehr dünne*) Spaltlamellen, welche nicht normal zur I Mittellinie liegen, bei dem nicht homogenen Lichte farbiger Gläser und

*) l. c. 14, 1858. 407.

mit Apparaten untersucht hat, welche jetzt wesentliche Verbesserungen erfahren haben.

Meine Untersuchungen wurden mit den von Fuess nach den Angaben von Groth angefertigten Apparaten ausgeführt.

Ein Glauberitkrystall mit entwickelter Basis *c* als Krystall- oder Spaltfläche zeigt bekanntlich in convergentem polarisirten weissen Lichte bei gewöhnlicher Temperatur das Interferenzbild, I Mittellinie in der Symmetrieebene und Ebene der optischen Axen normal zu derselben*) aber nicht in der Mitte des Gesichtsfeldes. Es ist also I Mittellinie nicht einmal angenähert senkrecht zur Basis.

Ein Schliff, parallel der Symmetrieebene, also normal zur II Mittellinie**) zeigte im Stauroskope die in Fig. 7 zum Theil graphisch dargestellten optischen Eigenschaften.

1. Die mittlere Elasticitätsaxe III***) macht mit der Kante $s : s = - P$ (111) bei 19° C. die unter *A* stehenden Winkel:

2. Die I Mittellinie macht bei 19° C. mit der Verticalaxe die unter *B* aufgeführten Winkel:

3. Die I Mittellinie bildet mit der Basis bei 19° C. die unter *C* genannten Winkel:

		A.	*B.*	*C.*
blaues	Licht †)	22° 36′ (20 Ables.)	— 30° 10′	— 98° 0′
grünes (*Tl*)	» ††)	22° 7′ (40 »)	— 30° 39′	— 98° 29′
gelbes (*Na*)	»	22° —′ (40 »)	— 30° 46′	— 98° 36′
rothes (*Li*)	» †††)	21° 43′ (60 »)	— 31° 3′	— 98° 53′
[weisses	»	22° 12′ (50 »)	— 30° 34′	— 98° 24′]

Die horizontale Dispersion der Mittellinien beträgt mithin gegen 1° zwischen Roth und Violett, ist also nicht unbedeutend.

Eine Platte normal zur I Mittellinie für mittlere Wellenlänge bildet demnach mit der Basis *c* 8° 24′ und hat die krystallographische Lage der

*) für Blau in der Symmetrieebene s. u.

**) für Blau mittlere Elasticitätsaxe (III) s. u.

***) für Blau die II Mittellinie s. u.

†) In Ermangelung homogenen blauen Lichtes wurde zu allen folgenden Versuchen — natürlich nicht um genaue Daten, sondern nur ein ungefähres Anhalten über das Verhalten stark brechbaren Lichtes zu gewinnen — eine mit Ammoniak versetzte Lösung von Kupfervitriol genommen, so concentrirt, dass alle gelben und rothen Strahlen absorbirt wurden. Ein Theil der grünen Lichtstrahlen lässt sich in diesem Absorptionsspectrum noch durch blaues Glas auslöschen.

††) Gegen Ende des Verrauchens wird die *Na*-Linie im Spectrum deutlich im besten Thalliumsulfat von Trommsdorff in Erfurt.

†††) Ganz rein von mir aus s. g. reinstem *LiCl* durch Behandeln mit Aether-Alkohol dargestelltes Lithiumsulfat zeigte die *Na*-Linie nur ganz schwach.

bisher als Krystallfläche unbeobachteten — $\frac{1}{5}P\infty$ (105), welche mit $c = oP$ (001) 8° 20′ 3″ bildet. Die Ebene normal zur Symmetrieebene und durch die I Mittellinie — Ebene der optischen Axen für niedrige Temperaturen, ich will sie der Kürze wegen die Normalebene (NN in den Zeichnungen) im Gegensatz zur Symmetrieebene (SS in den Zeichnungen) nennen — hat für mittlere Wellenlänge die nicht krystallonomische Lage $\frac{1000}{432}P\infty$, also beinahe $\frac{5}{2}P\infty$ = (502), welche mit Axe c 28° 13′ 15″ bildet.

Eine Veränderung der Lage der Elasticitätsaxen in der Symmetrieebene durch Temperaturänderung wie beim Gyps konnte zwischen 0 und 100° nicht nachgewiesen werden, weder im Axenwinkelapparat noch im Stauroskope.

Man kann nämlich bei Letzterem ganz gut den Erhitzungskasten des Ersteren verwenden. Wenn man das eine Metallauge des Kastens durch Herausschrauben ganz entfernt, so passt der Kasten mit Thermometern von dieser Seite gerade auf den Krystallträger des Stauroskop, und man kann ihn von seitwärts erhitzen, ohne dadurch die Drehung des Krystallträgers mit Nonius wesentlich zu beeinträchtigen. Nur muss man durch Versuche — Näheres darüber unten bei der Axenwinkelmessung — ermitteln, welche Temperatur x_c der Krystall annimmt, wenn die Thermometer des Apparates $x_l{}^0$ und $x_r{}^0$ angeben, indem man bei diesen Versuchen an die Stelle des Krystalls ein drittes (Normal-) Thermometer bringt.

Ich stellte bei gewöhnlicher Temperatur und hellstem Na-Lichte für die Glauberit-Platte die Brezina'sche Kalkspathfigur genau ein und fand bis 96° keine Spur einer Störung des Interferenzbildes. Ausserdem machte ich bei 96° stauroskopische Ablesungen, welche mit denen bei gewöhnlicher Temperatur übereinstimmten.

Sollte trotzdem eine Verschiebung der Elasticitätsaxen stattfinden, so kann sie nur wenige Minuten betragen und innerhalb der Grenze der unvermeidlichen und nicht unbeträchtlichen stauroskopischen Beobachtungsfehler liegen.

Die für die folgenden Untersuchungen benutzten Platten wurden normal zur I Mittellinie der leuchtendsten (grüngelben) Strahlen bei 19°C. so genau als möglich von mir geschliffen und mit Canadabalsam zwischen Deckgläschen gelegt, d. h. die Platten zeigten in convergentem polarisirten weissen Lichte das Interferenzbild im Mittelpunkte und symmetrisch zu den unverrückten Fadenkreuzen.

Da alle aus verschiedenen Krystallen geschnittenen Platten fast oder ganz gleiche Resultate ergeben haben, theile ich der Kürze wegen nur diejenigen im Folgenden mit, welche sich auf die beste und dickste (2,7^{mm}) beziehen.

Der Charakter der Doppelbrechung ist für alle Temperaturen zwischen 0 und 100° und für alle Lichtarten negativ.

Das Interferenzbild im convergenten polarisirten Lichte ist für die verschiedenen Lichtarten und Temperaturen sehr verschieden.

Bei homogenem Lichte und niedriger Temperatur — wir wollen von —1,7° ausgehen — liegt die Ebene der optischen Axen für alle Wellenlängen in der »Normalebene«, also II Mittellinie in der Symmetrieaxe. Das Interferenzbild ist für alle homogenen Lichtarten ganz normal und regelmässig, nur zeigt es nicht das gewöhnliche Lemniskatensystem sondern wie alle dünnen Platten mit kleinem Axenwinkel ein gemeinsames elliptisches Ringsystem mit ziemlich breitem und wenig scharfem Kreuze bez. Hyperbeln. Dabei ist die Zahl der engen Ringe sehr gross (35—40), so dass die Stärke der Doppelbrechung d. h. Differenz zwischen den Brechungsexponenten α einerseits, β und γ andrerseits eine bedeutende sein wird.

Für stärker brechbares Licht ist der Axenwinkel und die Excentricität der Ellipsen kleiner als für schwächer brechbares, $v < \varrho$.

Mit steigender Temperatur und abnehmender Wellenlänge wird der Axenwinkel und die Excentricität der Ellipsen kleiner, d. h. die kleinste und mittlere Elasticität nähern sich immer mehr in ihrer Grösse.

Bei einer ganz bestimmten und von der Wellenlänge abhängigen Temperatur:

für blaues Licht			bei	+ 17,8° C.
» grünes	»	(Tl)	»	+ 35,7° »
» gelbes	»	(Na)	»	+ 45,8° »
» rothe	»	(Li)	»	+ 58,2° »

werden sie gleich und der Glauberit ist dann, natürlich nur momentan für diese eine Lichtart, optisch einaxig.

Diese Temperaturen der Einaxigkeit des Glauberit sind unveränderlich, d. h. man mag den Glauberit noch so oft bis 100° erwärmen und wieder erkalten lassen — höhere Temperaturen habe ich nicht angewendet —, die Einaxigkeit tritt stets bei derselben Temperatur ein. Den Glauberit nannte deshalb schon Brewster ein »optisches Thermometer«, um so passender als auch, wie man unten sehen wird, die Winkel der optischen Axen für dieselbe Wellenlänge und Temperatur constante Grössen sind.

Ueberschreitet man diese Temperatur der Einaxigkeit, so wird für die betreffende Wellenlänge die früher mittlere Elasticität zur kleinsten und umgekehrt, d. h. die Ebene der optischen Axen liegt von nun an für höhere Temperaturen in der Symmetrieebene, aus der horizontalen wird die geneigte Dispersion der Mittellinien und der Sinn der Dispersion der Axen der entgegengesetzte $v > \varrho$. Die erste Mittellinie ändert aber weder ihre Lage noch ihren negativen Charakter. Mit der Temperatur steigt von nun an der Axenwinkel und die Excentricität der Ellipsen. Bei 85,2° C.

schnürt sich für blaues Licht die innerste Ellipse zur ersten Lemniskate zusammen.

Abgesehen von dem Momente der Einaxigkeit ist für jede homogene Lichtart und Temperatur das Interferenzbild ein ganz normales, nicht so für weisses Licht, besonders weil die Einaxigkeit für die verschiedenen Wellenlängen bei sehr verschiedener Temperatur eintritt.

a. Ebene der optischen Axen 45° zur Polarisationsebene der gekreuzten Nicols.

Liegt die Ebene der optischen Axen für alle Lichtarten in der »Normalebene« also bei etwa 0°, so zeigt sich im weissen Lichte das elliptische Ringsystem mit den Hyperbeln ziemlich normal, wie es Fig. 1 für den innersten Ring wiedergiebt.

Die Dispersion der Axen ist stets so gross, dass innerhalb des I. Ringes die Hyperbeln gar nicht schwarz sondern lebhaft bunt sind, erst ausserhalb desselben werden sie rasch breit und matt schwarz.

Die Mitte des Gesichtsfeldes ist gelb, geht in der »Normalebene« in Roth, in der Symmetrieebene in Blau über. Die Hyperbeln sind innen roth, aussen blau, in der Mitte etwas violett, weil $\varrho > v$.

Ausserhalb der Hyperbeln ist der I. sowie alle (ca. 10) folgenden Ringe innen roth aussen grün und z. Th. gelb. An der Symmetrieebene, innerhalb der Hyperbeln, dagegen sind die ersten 3 Ringe theils von einer grauen Mischfarbe, theils bunt, die äusseren Ringe aber auch nur roth und grün.

Hier in der Symmetrieebene zeigen die 4 inneren Ringe stets sehr deutlich durch ihre verschiedene Intensität und Farbentheilung die horizontale Dispersion. Namentlich charakteristisch ist für alle Temperaturen an der einen Seite des I. Ringes der kleine aber lebhaft rothe Fleck, welcher an der entgegengesetzten Seite ganz fehlt.

Beim Erwärmen ziehen sich die Hyperbeln in die Mitte des Gesichtsfeldes und mit ihnen die rothe Farbe, während das centrale Gelb in die Symmetrieebene gedrängt wird, ohne dass eine Veränderung in der Farbe der Ringe eintritt, welche sich aber immer mehr dem Kreise nähern.

Bei etwa 40°, wenn die leuchtendsten Lichtstrahlen nahezu Einaxigkeit haben, die mehr brechbaren ihre optische Ebene schon in der Symmetrieebene, die weniger brechbaren in der »Normalebene« haben, erscheint für weisses Licht das Interferenzbild formell einaxig aber nicht in der Farbenvertheilung, welche nicht isochromatische sondern Kreise mit einer Farben-Symmetrielinie (Fig. 2) liefert.

Die zu einem Kreuze gewordenen Hyperbeln sind auch in diesem Falle nur ausserhalb des I. Ringes matt und breit schwarz. Die Kreise haben gegen die Ellipsen ihre Farbe nicht geändert.

Sehr schön lebhaft bunt ist das in 4 Quadranten getheilte Gesichtsfeld

innerhalb des I. Ringes, welche einerseits von der »Normal-« andrerseits von der Symmetrie-Ebene halbirt werden.

Letztere sind wegen der Dispersion der Mittellinien nicht ganz gleich aber innen roth nach aussen gelb, grün, blau. Erstere dagegen sind ganz gleich, innen blau nach aussen übergehend durch grün und gelb in das Roth des I. Ringes.

Bei weiterer Erwärmung gehen die Hyperbeln in der Symmetrieebene auseinander, die Kreise strecken sich wieder zu Ellipsen, ohne ihre Farbe zu ändern, nur was vorher ausserhalb der Hyperbeln lag, liegt jetzt innerhalb und umgekehrt. Die deutliche horizontale Dispersion ist jetzt zu einer ebenso deutlichen geneigten *) geworden.

Die auch jetzt im I. Ringe nicht dunkelen Hyperbeln sind innen blau und aussen roth, weil $\varrho < v$. Fig. 3 zeigt das Bild innerhalb des I. Ringes, wenn für alle Lichtarten die optische Ebene in der Symmetrieebene liegt, also etwa bei 80°.

b. Ebene der optischen Axen parallel einer Polarisationsebene der gekreuzten Nicols.

Dreht man bei den obigen Versuchen die Krystallplatte um 45°, so ändert sich natürlich in den Ringen Nichts, das aus den Hyperbeln gebildete schwarze und breite Kreuz setzt nun aber auch innerhalb des I. Ringes durch das Gesichtsfeld.

Bei der Einaxigkeit sind beide Balken gleich breit und scharf, bei allen Temperaturen aber so breit, dass sie die Stellen, wo man an den Ringen in der Symmetrieebene die Dispersion der Mittellinien erkennen kann, völlig verdunkeln, so dass die Interferenzbilder nach »Normal-« und Symmetrieebene symmetrisch erscheinen **).

Die rothen, gelben und grünen Farben treten bei allen angewandten Temperaturen fast ausschliesslich an der »Normalebene« auf, die blauen fast ausnahmslos an der Symmetrieebene. Figur 5 zeigt diese sehr auffallende Farbenvertheilung für die Einaxigkeit der leuchtendsten Farben.

Bei welcher Temperatur die Einaxigkeit für die verschiedenen Lichtarten eintritt, die Grösse der scheinbaren Axenwinkel ($2E$) in Luft und die Dispersion der Axen für die Temperaturen zwischen —1,7 und +85,2° C. zeigt die folgende Tabelle:

---

*) Descloizeaux l. c. 407 sagt dagegen: »on ne voit rien, qui annonce l'existence de la dispersion inclinée«.

**) Ebenso Descloizeaux l. c. 1858. 406.

⁰C.	2 *E* blau	2 *E* grün	2 *E* gelb	2 *E* roth	Bemerkungen
+85,2	−17⁰ 7′ (3)	−15⁰ 15′ (3)	−13⁰ 14′ (3)	−10⁰ 47′ (4)	Die negativen Winkel liegen in der Symmetrieebene, die positiven in der »Normalebene«. Die geklammerten kleinen Zahlen geben die Zahl der Einstellungen und Ablesungen an. Die fett gedruckten Winkel sind die zuverlässigeren Messungen, deren Mittel von den Grenzwerthen meist weniger als ± 10′ abweichen.
70,0	−15 7 (3)	−12 48 (3)	−10 23 (3)	− 6 54 (3)	
66,0	−14 40 (3)	−11 11 (3)	− 9 19 (3)	− 5 42 (3)	
62,0	−13 39 (3)	−11 4 (3)	− 7 53 (3)	− 3 43 (3)	
58,2	−13 2 (3)	−10 32 (3)	− 7 14 (3)	∓ 0 0 (10)	
55,4	−12 38 (3)	−10 13 (3)	− 6 36 (3)	+ 4 52 (3)	
49,6	−12 3 (3)	− 8 45 (3)	− 4 15 (3)	+ 7 31 (3)	
45,8	−11 8 (2)	− 7 8 (5)	∓ 0 0 (10)	+ 8 40 (5)	
42,8	−10 15 (1)	− 6 11 (2)	+ 4 40 (1)	+ 9 20 (1)	
40,8	− 9 48 (2)	− 5 29 (2)	+ 5 9 (1)		
38,7		− 4 28 (2)	+ 6 33 (2)		
37,2			+ 7 5 (3)	+10 38 (3)	
35,7	− 8 42 (3)	∓ 0 0 (10)	+ 8 9 (4)	+11 1 (4)	
33,2	− 8 10 (2)	+ 3 10 (1)			
31,2		+ 4 17 (1)			
29,6		+ 5 23 (3)	+ 9 27 (3)	+12 8 (3)	
28,6	− 6 45 (3)				
25,6	− 5 52 (1)				
22,4		+ 8 14 (4)	+11 8 (3)	+13 30 (3)	
17,8	± 0 0 (5)				
13,0	+ 5 15 (1)				
9,1	+ 7 39 (3)				
+5,0	+ 8 51 (3)	+11 42 (5)	+14 8 (5)	+16 6 (5)	
−1,7	+ 9 29 (5)	+12 27 (5)	+14 32 (5)	+16 30 (5)	

An diese Tabelle muss ich folgende Bemerkungen noch anknüpfen.

Abgesehen von den bekannten aber unvermeidlichen Fehlerquellen 1) durch nicht ganz richtig orientirte Schliffe, welche bei grosser Dispersion der Mittellinien wie beim Glauberit besonders hervortritt, 2) durch die unsichere Einstellung breiter Hyperbeln auf ihre Mitte, welche nur durch Repetition eingeschränkt werden kann, bildet, sobald man künstliche Temperaturveränderungen anwenden muss, die Ermittelung der wahren, dem abgelesenen Winkel genau zukommende Temperatur, die hauptsächlichste aber fast völlig auslöschbare Fehlerquelle.

Bei den Descloizeaux'schen und Groth'schen Axenwinkelapparaten kann bekanntlich die Erwärmung nur durch ein schmales, wenig hohes und langes und nur von den Enden aus erwärmbares Luftbad erfolgen, während man bekanntlich nur dann mit leidlichem Erfolge ein Luftbad anwenden kann, wenn es möglichst geräumig, gleichmässig erwärmt und mit einer Rührvorrichtung zur rascheren Ausgleichung der Temperatur versehen ist, und wenn das Thermometer mit dem erwärmten Körper mindestens in directer Berührung ist.

Bei dem Axenwinkelapparat müssen die Thermometer aber von der Kry-

stallplatte etwas entfernt sein, befinden sich also zwischen dieser und der Wärmequelle, es wird ihnen deshalb nicht bloss mehr Wärme zugeführt sondern auch bei der ganzen Anlage des Apparates weniger Wärme entzogen als der Krystallplatte.

In der Construction des Groth'schen Apparates lässt sich nichts ändern, da bei ihm gegenüber dem von Descloizeaux die Thermometer einer grösseren Krystallplatte möglichst genähert sind. Je mehr das geschieht, um so geringer wird der Fehler in der Temperaturangabe sein. Er ist aber günstigsten Falls nach meinen wiederholt angestellten Ermittelungen immer noch über Erwarten gross, natürlich für jeden Apparat verschieden, kann aber, da er erfahrungsmässig für denselben Apparat, sobald in seiner ganzen Anordnung, namentlich in Bezug auf die Stellung der Erhitzungsquelle gar Nichts geändert wird, constant ist, empirisch, aber ganz genau immer nur für eine ganz bestimmte Anordnung und Lufttemperatur, festgestellt werden.

Dazu stellt man den ganzen Apparat genau so, wie er bei der beabsichtigten Axenwinkelmessung gebraucht wird, zusammen, befestigt aber an die Stelle der weggenommenen Krystallplatte ein empfindliches, durch vielfache Erhitzung und Alter constant gewordenes Thermometer — das meinige war von Geissler in Bonn und schon seit fünf Jahren gewiss über 100 mal bis 300° erwärmt worden — dessen Null- und Siedepunkt bei 760 ^{mm} Druck bei gerade so weit wie aus dem Apparate herausragender Scala ermittelt worden sind, und bestimmt durch langsamstes Erwärmen, am zweckmässigsten durch zwei minimale Bunsen'sche Brenner die Temperatur x_c, welche der Krystall annehmen muss, wenn die seitlichen Thermometer des Apparates die Temperaturen x_l und x_r constant angeben.

Diese Versuche ergaben bei meinem Apparate stets eine genau mit der Temperaturerhöhung direct proportionale Zunahme der Fehlergrösse, welche bei 100° schon 13,2° betrug, d. h. wenn die Thermometer des Apparates 100° angaben, hatte der Krystall erst 86,8°.

Bestimmt man die Differenz der Thermometer noch für eine zweite Temperatur, z. B. Anfangstemperatur der Versuche (Temperatur des Arbeitszimmers) so kann man die Differenz für alle Zwischentemperaturen ermitteln.

Ob über 100° der Fehler in demselben Grade proportional mit der Temperatur steigt, wenn sich sonst am Apparate Nichts ändert, habe ich bisher nicht ermittelt, weil ich für meine Versuche mit Glauberit wegen der Einbettung der Krystallplatte in Canadabalsam keine Beobachtungen über 100° anstellen konnte.

Der Erhitzungskasten lässt sich nun auch als Erkaltungsapparat benutzen, wenn man, wie ich beim Glauberit musste, in warmer Luft bei niedrigen Temperaturen Axenwinkel messen will. Indem man durch Eis-

oder Kältemischungen den Kasten abkühlt, kann man selbst im Sommer die Krystallplatte um einige Grad unter Null im Luftbade abkühlen.

Zu dem Ende habe ich mir zwei mit schlechten Wärmeleitern ausgefütterte Metallkasten machen lassen, welche oben offen sich vermöge eines seitlichen Ausschnittes genau vom Querschnitte des parallelopipedischen Erhitzungskasten möglichst dicht schliessend und möglichst weit hinauf, bis zu den Trägern des Theilkreises, von der Seite her über den Erhitzungskasten schieben lassen und am Boden einen Abfluss für die Schmelzwasser haben. Den Beschlag der kalten Wände des Apparates mit Thauwassern muss man nur vom Linsensysteme des Apparates fern halten. Für diesen Zweck lässt man in den Metallaugen des Erhitzungskastens die planparallelen Gläser fort, schiebt Ocular- und Objectivlinse des Apparates dicht an die Metallaugen — nöthigen Falls klemmt man noch einen Gummiring dazwischen — und lässt die in das Luftbad eindringenden Wasserdämpfe durch eingelegtes Chlorcalcium absorbiren.

So zeigen sich gar keine Unzuträglichkeiten für eine gute Beobachtung.

Der Temperaturfehler muss wieder wie zuvor bestimmt werden. Derselbe nimmt wieder erfahrungsmässig direct proportional mit der Temperaturerniedrigung zu, aber nicht in demselben sondern etwas schwächerem Grade wie vorhin bei der Erwärmung, weil der Mittelpunkt der Kältequelle dem Krystalle näher liegt als vorhin die Wärmequelle.

Der Fehler betrug für meine Versuche bei — 8,5° C. schon 4,6° d. h. der Krystall hat nur — 3,9° C. wenn die Thermometer — 8,5° angeben. Eine tiefere Temperatur war mit Eis und Salmiak nicht zu erzielen.

Hiernach dürften mehr oder weniger alle bisherigen höheren Temperaturangaben bei Brechungsexponenten, Axenwinkeln u. s. w. nur relativ, nicht absolut richtig sein.

Dadurch erklären sich gewiss manche bisherigen Widersprüche zwischen verschiedenen Beobachtern sowie zwischen Beobachtungen und Berechnungen desselben Beobachters.

Das hat mich veranlasst, diesen Punkt näher zu untersuchen und hier zur Sprache zu bringen.

In der obigen Tabelle sind die angegebenen Temperaturgrade die auf diese Weise ermittelten.

Einen Ueberblick über die durch die Temperatur veranlasste Veränderung von $2E$ gewinnt man nicht aus der obigen Tabelle, wohl aber wenn man die Veränderung als Linie darstellt, deren Ordinate die Temperatur, deren Abscisse die Winkel sind (Fig. 4)*).

Diese von jeder wiederholten Erwärmung und Abkühlung zwischen

*) Pogg. Ann. **121.** 1864. Tf. 4. S. 480.

0 und 100° unabänderlichen*), fast congruenten**), aber weder zusammenfallenden noch parallelen, je näher ihrem Punkte der Einaxigkeit um so stärker gekrümmten, in Bezug auf diesen Nullpunkt entgegengesetzten aber nicht ganz gleichen und hier am weitesten aus einander entfernten Curven beweisen oder lassen erwarten:

1) dass alle Temperaturänderungen zwischen 0 und 100°*) keine bleibenden optischen Veränderungen im Glauberit hervorrufen,

2) dass die scheinbaren Axenwinkel für die verschiedenen Lichtarten sich zwar nach demselben Gesetze aber zu gleicher Zeit und bei gleicher Temperatur nicht in gleichem Grade ändern,

3) dass diese Aenderung nicht direct proportional mit der Temperatur sondern je näher der Einaxigkeit um so stärker erfolgt, d. h. dass die optischen Axen mit beschleunigter Geschwindigkeit sich nähern, mit verzögerter sich entfernen sowohl in der Symmetrie-, als auch in der Normal-Ebene,

4) dass diese Beschleunigung nur annähernd mit derselben Intensität erfolgt als die Verzögerung für dieselbe Wellenlänge, was Brewster (l. c. 1833, 485) vermuthet, Poggendorff dagegen schon bezweifelt hat: »Jede andere Neigung der optischen Axen für bestimmte Strahlen zeigt in der Wärmescala zwei verschiedene Temperaturen an, die von denen, wo die Axen derselben Strahlen zusammenfallen, gleich weit (? Pog.) abstehen.«

5) dass die scheinbare, stets sehr grosse Dispersion der Axen in der Nähe der Einaxigkeiten ihr Maximum erreicht; sie beträgt z. B. zwischen Roth (*Li*) und Grün (*Tl*) bei 85,2° = 4° 28′
» 49,6° = 16° 16′
» —1,7° = 4° 3′

Offenbar liegt dieser Veränderung der Axenwinkel durch die Temperatur ein Gesetz zu Grunde.

Wenn es durch mehr oder weniger engbegrenzte Beobachtungen zu ermitteln ist, wird es sich am leichtesten aus der Veränderung der Brechungsexponenten oder der wahren Axenwinkel $2V$ berechnen lassen.

Bei so kleinem scheinbaren Axenwinkel $2E$ kann $2V$ nur mittelst Bestimmung der mittleren Brechungsexponenten β für die obigen Temperaturen und Wellenlängen aus $2E$ ermittelt werden.

Da meine Apparate solche Messungen nicht gestatten, sandte ich eine Anzahl Krystalle an das mineralogische Institut in Strassburg mit dem Wunsche, daselbst die betreffende Untersuchung ausgeführt zu sehen.

*) Bei höherer Temperatur wurden zur Schonung der Krystalle keine Versuche angestellt.

**) Wenn man die oben hervorgehobene Grösse der unvermeidlichen Beobachtungsfehler, welche grösser als die Abweichungen der Curven von einander sind, berücksichtigt.

Hr. L. Calderon, welcher die Herstellung von geeigneten Prismen aus jenen Krystallen unternahm, fand jedoch, dass dieselben trotz ihrer grossen Klarheit im Innern aus Schichten von mehr oder minder grosser Consistenz bestehen, und dass durch die mannigfachen Manipulationen, welche die Herstellung eines orientirten Prisma erfordert, diese Schichten so gelockert werden, dass die Prismen stets vor der Vollendung zerfallen. So muss also vorläufig von der directen Bestimmung der Brechungsexponenten abgesehen werden.

Soviel kann man ohne deren Kenntniss überblicken, dass die Bewegungscurven von $2V$ eine derjenigen von $2E$ analoge, keine gerade Linie, sein muss, so dass sich auch $2V$ nicht direct proportional mit der Temperatur sondern nach der Einaxigkeit zu beschleunigt ändert.

Diese Verzögerung scheint rasch abzunehmen, so dass die Curve auf beiden Flügeln sich bald einer Geraden so zu nähern scheint, dass die Abweichungen von ihr durch Beobachtung nicht nachgewiesen werden können, weil die Beobachtungsfehler bald grösser werden als die Differenz zwischen gleichförmiger und beschleunigter Bewegung.

Es lässt sich leicht übersehen, dass diese Curve nie eine gerade Linie werden kann, weil $2V$ bei endlicher oder unendlicher Temperaturänderung sich einem endlichen Grenzwerthe nähert.

Zum Schluss dürfte ein Vergleich der am Glauberit gemachten Beobachtungen mit den entsprechenden, schon bekannten Erscheinungen an anderen Krystallen nicht ohne Interesse sein.

Im Ganzen liegen sehr wenige vollständige Beobachtungen über die optischen Veränderungen zweiaxig-doppelbrechender Krystalle durch Temperaturveränderung vor.

1. Rudberg — Aragonit — Pogg. Ann. **17** 1829. 1; **26** 1832. 291—

2. Des Cloizeaux — Orthoklas — Pogg. Ann. **119** 1863. 481; Ann. d. min. [6] **2** 1862. 327; Manuel d. min. **1** 1862. 332.

3. Müttrich — Aragonit und Weinsteinsaures Kalinatron — Pogg. Ann. **121** 1864. 193. 398.

4. Des Cloizeaux — 46 natürliche und künstliche, rhombische und monokline Krystalle — Mémoires de l'Institut d. France **18** 1868. 511.

5. Hintze — Leadhillit — Pogg. Ann. **152** 1874. 256.

6. Arzruni — Baryt, Cölestin, Anglesit — diese Zeitschr. **1** 1877. 165.

Abgesehen von 4 nicht weiter verfolgten Ausnahmen ändern sich nach diesen Untersuchungen die optischen Axenwinkel *) im rhombischen und

*) In den meisten Fällen ist nur $2E\rho$ u. $2E\gamma\varepsilon$ in Luft und Oel, selten $2V$, beobachtet worden.

monoklinen Systeme*) meist sehr wenig, z. Th. fast gar nicht**) und so nahezu direct proportional mit der Temperatur — die Veränderungscurve ist eine gerade Linie —, dass die Abweichungen davon ebensogut von den meist viel grösseren Beobachtungsfehlern herrühren können***).

Es konnten deshalb bisher diese Beobachtungen zur Ableitung eines Gesetzes über die Aenderung der optischen Winkel mit der Temperatur nicht benutzt werden.

Vielleicht gelingt es später einmal am Glauberit, wo die Veränderung viel grösser und von der Proportionalität mit der Temperatur sehr abweichend ist.

Eine beschleunigte oder verzögerte Veränderung der $2E$ ist aus den bisherigen Beobachtungen nur noch am Kieselzinkerz, Leadhillit, Gyps und manchen Orthoklas unzweifelhaft nachzuweisen. Der Gyps verhält sich ganz analog, der Orthoklas von Wehr im Wesentlichen ganz ebenso wie der Glauberit. Sie alle bedürfen aber einer genaueren Untersuchung aus mehrfachen Gründen.

Eine vorübergehende Einaxigkeit oder Kreuzung der optischen Ebenen oder beides zugleich kennt man ausserdem noch am Leadhillit, Gyps, Orthoklas, Brookit, Mellithsauren Ammoniak, Chromsauren Ammoniak-Magnesia, Zoisit, Chrysoberyll (Cymophan) und Parabromanilin †).

Aus dem triklinen Krystallsysteme ist bisher kein Fall bekannt, wohl nur weil diese Krystalle noch so wenig optisch untersucht worden sind.

Von den Hauptbrechungsexponenten des Glauberit weiss man bis jetzt nur, dass mit der Wärme der grösste sich dem mittleren immer mehr nähert, dann gleich wird und schliesslich beide ihre Grösse vertauschen und dass wegen der starken Doppelbrechung der Unterschied beider gegen den kleinsten ziemlich gross sein muss.

Die Wahrscheinlichkeit spricht ferner dafür, dass die Brechungsexponenten der allgemeinen, bisher nur von einigen Glassorten und Kalk-

---

*) Bestimmungen an triklinen Substanzen liegen noch nicht vor.

**) z. B. pro 100°C. Temperaturerhöhung
Quercit —17,60° Max.
Anhydrit + 0,08 Min.
Weinsteinsaures Kalinatron +27,93 Max.
} $2E$.

***) Müttrich l. c. 229. 284. 402. Tf. 4.

†) Wiener Sitz.-Berichte **27**, 1857. 10, 48, 175; **38**, 1859. 421;
Pogg. Ann. **82**. 1851; **119**. 1863. 490;
Mémoires de l'Institut d. France **18**. 1868. 555, 564, 616.
Ann. des mines. V. **11**. 1857. 384; V. **14**. 1858. 361, 364.
Diese Zeitschrift **1**. 1877. 304.

Die von Sénarmont (Ann. d. phys. et d. chim. **38**. 1851. 425) beobachtete Kreuzung und Einaxigkeit am rhombischen Weinsteinsauren Natron-Ammoniak-Kali gehört wohl nicht hierher, weil es in allen Beziehungen den Charakter einer Mischung hat.

spath widersprochenen, Regel folgend mit der Temperaturerhöhung kleiner werden.

Die Veränderung der Hauptbrechungsexponenten optisch 2 axiger Medien für verschiedene Wellenlängen durch die Wärme ist bisher nur am Aragonit, weinsteinsaurem Kalinatron, Baryt, Cölestin und Anglesit untersucht worden.

Bei allen nehmen sie für alle Lichtarten mit steigender Temperatur ab, aber verschieden stark bei den verschiedenen Substanzen, Wellenlängen und Brechungsexponenten, und zwar wie 2 *E* und 2 *V* scheinbar direct proportional mit der Temperatur. Die Abweichungen für die beobachteten Temperaturintervalle sind wenigstens in den allermeisten Fällen viel geringer als die unvermeidlichen Beobachtungsfehler *), so dass an eine Ableitung eines Gesetzes der Veränderung der Brechungsexponenten aus den bisherigen Untersuchungen nicht gedacht werden kann. **)

Ist auch bisher eine beschleunigte oder verzögerte Aenderung der Brechungsexponenten mit der Wärme mit völliger Sicherheit noch nicht nachzuweisen gewesen, so muss sie theoretisch, wenn auch in minimalem Grade, vorhanden sein, da die Brechungsexponenten nicht in infinitum grösser oder kleiner werden können.

Nach diesen Vergleichen gewinnt die Ansicht an Wahrscheinlichkeit, dass alle am Glauberit und wenigen anderen Krystallen beobachteten optischen Eigenschaften — natürlich mit Ausnahme der im rhombischen Systeme unmöglichen Dispersion der Mittellinien — unabhängig von der chemischen Constitution ***) und unabhängig von dem Krystallsysteme sind und allen optisch zweiaxigen Medien zukommen bei irgend einer Temperatur, mag dieselbe nun für die betreffende Substanz eine reelle oder imaginäre sein, d. h. mag man sie zur Beobachtung benutzen können oder nicht, und mag die Substanz sie ohne bleibende chemische und physische Veränderung †) ertragen können oder nicht.

Wenn auch durch kürzliche Untersuchungen von Schrauf und mir krystallographisch bewiesen ist ††), dass Brookit und Leadhillit nicht rhombisch sondern monoklin sind, so liegt doch keine Veranlassung vor, diese Thatsache auch für Kieselzinkerz, Chrysoberyll, Parabromanilin und Mellithsaures Ammoniak zu beanspruchen.

Die Kreuzung der optischen Ebenen ist mithin keine Folge der Mono-

---

*) Müttrich, l. c. Tf. 4. 402, 229, 234. — Arzruni, l. c. 167, 189. — Stefan, (Wiener Sitzberichte [2]. **63**. 1871. 228.)

) Heusser, Pogg. Ann. **87. 1852. 463.

***) Wiener Sitz.-Berichte **38**. 1859. 424.

†) Descloizeaux, Pogg. Ann. **119**. 1863. 481.

††) Wiener Sitz.-Ber. **74**. 1876. — Diese Zeitschr. **1**. 1877. 198. 274. 306.

und Asymmetrie wie die Dispersion der Mittellinien, also keine »Varietät der gekreuzten Dispersion« *).

Das wird am klarsten bei folgender Betrachtung der Beobachtungen am rhombischen Weinsteinsauren Kalinatron, Cölestin, Baryt und Anglesit, welche ein ganz analoges optisches Verhalten für alle Wellenlängen haben.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist nämlich bei Allen $\infty P\breve{\infty} = (010)$ die Ebene der optischen Axen; Axe a die erste, positive, Mittellinie. Der grösste Brechungsexponent zeigt die grösste, der mittlere die kleinste, und der kleinste die mittlere Aenderung durch die Wärme.

Also auch hier wie beim Glauberit nähert sich die kleinste Lichtgeschwindigkeit der mittleren, beide müssen also bei irgend einer Temperatur gleich werden und, sich gegenseitig vertauschen, d. h. bei einer reellen oder imaginären Temperatur Einaxigkeit und Kreuzung der optischen Ebenen besitzen.

Bei ihrer völligen Analogie braucht man nur einen Fall näher in's Auge zu fassen z. B.

Baryt, Wellenlänge C; Arzruni (l. c. 188).

	α	β	γ
+ 20°	1,63351	1,63457	1,64531
+ 200°	1,63070	1,63197	1,64145
+ 180°	— 0,00281	— 0,00260	— 0,00386

Bei der weder theoretisch noch durch Beobachtung widersprochenen Annahme, dass sich die drei Brechungsexponenten für unendliche Temperaturänderungen zwischen zwei mehr oder minder nah begrenzten endlichen Werthen ändern, kann man für endliche Temperaturen eine dieser letzteren direct proportionale Aenderung der Brechungsexponenten annehmen, welche mit hindurch drei nicht parallele gerade Linien graphisch dargestellt werden.

Diese müssen und können sich nur in drei Punkten schneiden, d. h. es giebt drei Temperaturen, bei welchen je zwei Exponenten gleich werden, d. h. die Substanz für die betreffende Wellenlänge einaxig wird in Bezug auf je eine der drei Elasticitätsaxen. Für den Baryt und Lichtstrahl C des Spectrum sind diese Temperaturen:

---

*) Schrauf, d. Zeitschr. 1. 1877. 280.

Temperatur °C.	Ebene der optischen Axen	I. Mittellinie resp. opt. Axe	±	Hauptbrechungsexponenten			2 V.
— 1069°	*oP* (001)	*a*	+	1,650510	1,65080	1,66866	12° 21′ 4″
— 979°	*oP* (001)	*a*	+	1,649105	1,64900	1,66678	8° 54′ 50″
— 889°	——	*a*	+	1,647700	1,64770	1,66480	0° 0′ 0″
— 799°	∞*P*∞̆ (010)	*a*	+	1,646295	1,64640	1,66287	9° 11′ 32″
— 709°	∞*P*∞̆ (010)	*a*	+	1,644890	1,64510	1,66094	13° 12′ 24″
+ 1373°	∞*P*∞̆ (010)	*c*	—	1,612380	1,61302	1,61628	69° 11′ 26″
+ 1463°	∞*P*∞̆ (010)	*c*	—	1,610975	1,61372	1,61483	51° 8′ 48″
+ 1553°	——	*c*	—	1,609570	1,61242	1,61242	0° 0′ 0″
+ 1643°	∞*P*∞̈ (100)	*c*	—	1,608165	1,61112	1,61049	55° 0′ 32″
+ 1733°	∞*P*∞̄ (100)	*c*	—	1,606760	1,60982	1,60856	79° 42′ 2″
+ 1863°	∞*P*∞̄ (100)	*b*	+	1,604740	1,60795	1,60579	69° 52′ 24″
+ 1953°	∞*P*∞ (100)	*b*	+	1,603385	1,60665	1,60386	46° 59′ 48″
+ 2043°	——	*b*	+	1,601930	1,60535	1,60193	0° 0′ 0″
+ 2133°	*oP* (001)	*b*	+	1,600523	1,60405	1,60000	42° 15′ 36″
+ 2223°	*oP* (001)	*b*	+	1,599120	1,60275	1,59807	56° 39′ 10″

Weitere Erwärmungen und Erkaltungen bringen keine neue Einaxigkeit mehr hervor bei der obigen Annahme, d. h. die Winkel der optischen Axen (2 *V*) nähern sich von nun an in *oP* (001) immer mehr dem Grenzwerthe 180° resp. 90°, erreichen ihn aber erst bei unendlicher Temperaturänderung.

Durch Temperaturänderung gehen demnach die optischen Axen von einer Elasticitätsaxe zur anderen, alle drei Hauptschwingungsrichtungen werden nach und nach zur ersten Mittellinie, und alle drei Hauptelasticitätsebenen werden optische Axenebenen, der Krystall ist bald positiv bald negativ, wird für jede Wellenlänge dreimal einaxig, zeigt Kreuzung der optischen Ebenen für verschiedene Lichtarten und die Winkel der optischen Axen wachsen nicht wie die Brechungsexponenten direct proportional mit der Temperatur sondern nach dem Momente der Einaxigkeit hin beschleunigt, jedoch nicht ganz gleich (aber entgegengesetzt) in Bezug auf ihren Nullpunkt, d. h. bei gleichem Temperaturintervall über und unter dem Nullpunkte sind die Winkel der optischen Axen (2 *V* in Colonne 8 der obigen Tabelle) nicht gleich.

Der von Rudberg für den Lichtstrahl *F*. untersuchte Aragonit hat unter denselben Voraussetzungen ganz analoges Verhalten, nur treten alle drei Einaxigkeiten bei einer Temperaturerhöhung von z. Th. bedeutender Höhe ein:

Temperatur °C.	Ebene der optischen Axen	I. Mittellinie resp. opt. Axe	±	Hauptbrechungsexponenten			2 V.
+ 16°	$\infty P \bar{\infty}$ (100)	*c*	—	1,53478	1,69058	1,69510	17° 57′
+ 80°	$\infty P \bar{\infty}$ (100)	*c*	—	1,53416	1,68976	1,69427	17° 50′
+ 1148°	——	*c*	—	1,49475	1,68763	1,68763	0° 0′ 0″
	$\infty P \breve{\infty}$ (010)	*c*	—				
	$\infty P \breve{\infty}$ (010)	*a*	+				
+ 38019°	——	*a*	+	1,16663	1,20367	1,16663	0° 0′ 0″
	oP (001)	*a*	+				
	oP (001)	*b*	—				
+ 49872°	——	*b*	—	1,05180	1,05180	1,00179	0° 0′ 0″
	$\infty P \bar{\infty}$ (100)	*b*	—				

Geht man von der Voraussetzung einer nicht gleichmässigen Aenderung der Brechungsexponenten aus, so werden sich die obigen Resultate mehr quantitativ als qualitativ ändern.

Es können mithin die bisher nur am Glauberit und wenigen anderen Krystallen beobachteten optischen Eigenschaften theoretisch allen optisch zweiaxigen Medien zukommen. Man kann sie aber nur dann beobachten, wenn, was selten der Fall zu sein scheint, einer der Einaxigkeitsmomente innerhalb der Temperaturen liegt, welche für die Beobachtung verwendbar und für die Substanz unter den gewöhnlichen Verhältnissen ertragbar ist. Denn weit von der Einaxigkeit entfernt ist die Beschleunigung oder Verzögerung in der Veränderung von $2V$ und $2E$ durch die Wärme beim Glauberit wohl ebensowenig wie bei den anderen Krystallen experimentell nachweisbar.

Aachen im Juni 1877.

XXXVI. Ueber Natronorthoklas von Pantellaria.

Von

H. Förstner in Strassburg i. E.

Der grösste Theil der trachytischen Gesteine der Insel Pantellaria *) zeichnet sich vor denen petrographisch ähnlicher Gebiete durch seinen ungewöhnlich hohen Gehalt an Natron aus. Derselbe lässt sich da, wo diese Gesteine krystallinische Bestandtheile enthalten, grösstentheils auf einen an Natron sehr reichen Feldspath zurückführen, welcher in der Zusammensetzung dieser Gesteine eine wichtige Rolle spielt. Man muss aber chemisch und krystallographisch 2 Varietäten desselben unterscheiden, und zwar:

1. Natron-Orthoklas von Cuddia Mida.

Dieser findet sich in den an Natron reichen, 66—72% SiO^2 enthaltenden Glaslaven, welche drei verschiedenen Eruptionsperioden angehören und in zahlreichen Strömen ca. zwei Dritttheile der ganzen Insel bedecken. Dieselben sind vorwiegend durch Einsprenglinge von Feldspath porphyrartig entwickelt, welcher in den älteren und bedeutenderen Strömen vollkommen homogen und am natronreichsten getroffen wird. Diesen Letzteren gehört unser Mineral an. Nur an einer Stelle, dem kleinen ca. 20^m breiten, wenige Meter tiefen, zirkelrunden Krater Cuddia Mida, welcher gleichsam parasitisch in einer Höhe von 576^m auf dem Montagna grande genannten Centralgebirge der Insel aufsitzt, finden sich wohl erhaltene Krystalle dieses Feldspaths durch die Wirkung saurer Dämpfe von dem umhüllenden Gestein befreit, und in einem Sande mit Bruchstücken des glasigen Muttergesteins, winzigen Hornblendekryställchen und millimetergrossen glänzenden hexagonalen Pyramiden von Quarz gemengt.

Die Feldspathkrystalle dieses Fundorts sind bis auf eine Spur kaum mit dem Mikroskop wahrnehmbaren Eisenoxyds vollkommen homogen, wodurch sie sich wesentlich vor denen der anderen Varietät auszeichnen. Eine Analyse derselben ergab folgendes Resultat:

*) Der Verf. wird demnächst eine geognostische Beschreibung der Insel veröffentlichen.

			O-Verh.
SiO^2	= 66,63	O = 35,80	—12,1
Fe^2O^3	= 0,72	—	3,1
Al^2O^3	= 19,76	9,36	
CaO	= 0,38	0,10	
MgO	= 0,30	0,12	
Na^2O	= 7,31	1,89	1
K^2O	= 4,86	0,83	
	99,96.		

Spec. Gew. = 2,55.

Dieser Feldspath, welcher in seiner chemischen Zusammensetzung der des Albits sehr nahe kommt, dessen spec. Gewicht gleichwohl aber dem des Orthoklases entspricht, ist wirklich ein solcher, wie man aus dem Folgenden ersehen wird.

Das Mineral ist in Spaltungsstücken vollkommen wasserklar, während seine ursprünglichen Flächen nicht selten in Folge von Anätzung durch corrodirende Dämpfe sowohl an Glanz wie an Durchsichtigkeit viel verloren haben, ein Umstand, welcher es bedingt, dass die Messungen keine allzugrosse Genauigkeit erreichen. Die Krystalle, 5—10 Mill. lang, sind meistens tafelartig nach *M* (010) ausgebildet und zeigen ausserdem die gewöhnlichen Flächen *T* (110)∞*P*, *n* (021) 2*P̆*∞, *y* ($\bar{2}$01) +2*P̄*∞ und *o* ($\bar{1}$11) +*P*, während *P* (001) *oP* sehr untergeordnet und gewöhnlich nur als feine Abstumpfung der Kante *n* : *n* auftritt oder auch wohl gänzlich fehlt.

Es wurden die folgenden Winkel gemessen (wobei für *P* meist Spaltungsflächen benutzt wurden).

Flächen	Berechnet:	Beobachtet: Mittel	Zahl der gem. Kanten	Grenzwerthe
(110) (1$\bar{1}$0)	59° 19′	59° 24′	5	59° 57′—58° 46′
(110) (010)		*60° 20½′	8	60° 38′—60° 11′
(012) (001)		*44° 22′	5	44° 38′—44° 5′
(012) (110)	45° 38′	45° 34′	6	45° 58′—43° 9′
($\bar{2}$01) (001)	81° 23′	80° 44′	8	81° 12′—80° 11′
($\bar{2}$01) (110)	45° 5′	45° 7½′	2	45° 57′—44° 18′
($\bar{2}$01) ($\bar{1}$11)		40° 14′	3	41° 15′—39° 35′
(110) (001)		*67° 18′	8	68° 7′—66° 52′
(021) ($\bar{2}$01)	83° 51′	83° 22′	2	83° 52′—82° 53′
($\bar{1}$11) (010)	63° 36′	63° 50′	3	64° 43′—63° 7′
($\bar{1}$11) ($\bar{1}\bar{1}$1)	52° 48′	52° 15′	1	52° 15′
(021) (110)	51° 32′	51° 12′	4	51° 36′—50° 35′

Aus den mit * bezeichneten Fundamentalwerthen wurde das folgende Axenverhältniss berechnet:

$$a:b:c = 0,6358:1:0,5468$$
$$\beta = 63^{0}38'$$

Die auffallendste Abweichung zwischen den Resultaten der Berechnung und Messung stellt sich somit für den Werth ($\bar{2}01$) (001) heraus, wie überhaupt die grössten Schwankuugen bei den der Symmetrieaxe parallelen Flächen vorkommen, eine Thatsache, welche auch an andern Sanidinen von früheren Beobachtern bemerkt wurde (vgl. Strüver, d. Zeitschr. S. 249). Eine gute Uebereinstimmung zeigen dagegen die Winkel der prismatischen Zone. Vergleicht man diese aber mit denen der bisher gemessenen Feldspathe, so sieht man, dass sie ausserordentlich von den Prismenwinkeln des Kaliorthoklas abweichen und sich denen des asymmetrischen Albit nähern, dem das Mineral in chemischer Beziehung so nahe verwandt ist.

Dasselbe kommt an diesem Fundorte fast häufiger in Zwillingen als in einfachen Krystallen vor, und zwar erstere vorwaltend nach dem sogen. »Karlsbader« Gesetze: Zwillingsebene $\infty \bar{P} \infty$ (100); neben diesen finden sich jedoch auch nicht selten solche, deren Zwillingsebene (001) oP ist. Dass dieses Gesetz, bei welchen die beiden verbundenen Krystalle sehr nahe die relative Stellung der Individuen I und III eines Drillings nach dem »Bavenoer« Gesetze (Zwillingsebene n = (021) $2 \breve{P} \infty$) besitzen, wirklich existirt, hat zuerst G. vom Rath an einem Sanidin von Peru (Poggend. Ann. d. Phys. 1868, **135**, 476) bewiesen. Bei einer Verwachsung der Krystalle nach dem Bavenoer Gesetze würden bei unserem Feldspath, da dessen Winkel (021) (001) 38′ von 45° abweicht, die Flächen (001) der beiden verwachsenen Krystalle 1° 16′ vom Parallelismus abweichen. Statt dessen wurde beobachtet, dass an den untersuchten Zwillingen nicht nur die Basis beider Krystalle genau parallel, sondern auch die Querflächen derselben vollkommen in einer Zone gelegen waren. Ein derartiger Zwilling war aus gleich grossen, mit der Basis verwachsenen Krystallen gebildet und glich am ausgebildeten Ende einem einfachen rhombischen Krystall, gebildet von zwei Pinakoiden ($M \underline{M}$ $P \underline{P}$), einem stumpfen Doma ($y \underline{y}$) und einer Pyramide ($o o \underline{o} \underline{o}$). Allein die meisten Verwachsungen nach diesem Gesetz verwirklichen dasselbe nur durch Einschaltung kleiner lamellarer Individuen nach oP (001) in die Masse eines grösseren Krystalls, was sowohl durch Messung, als auch optisch constatirt werden konnte.

Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz, und zwar in kreuzförmiger Verwachsung zweier Individuen fanden sich, wiewohl nur mikroskopisch, bei der Untersuchung dieser Glaslaven von einer anderen Localität der Insel.

Die Krystalle spalten vollkommen nach M (010) und nach P (001).

Die Ebene der optischen Axen ist normal zur Symmetrieebene, und die erste Mittellinie, welche in der Letzteren liegt, bildet mit P (001) nach einer Stauroskopmessung

für Gelb (Na) 8° 31′
für Grün (Tl) 8° 37′.

Eine approximative Bestimmung für diese Abweichung, welche an zweien der beschriebenen Zwillinge nach P (001) mit dem Mikroskop vorgenommen wurde, ergab $8^1/_4{}^0$ und 8°.

Zur Bestimmung des Winkels der optischen Axen wurden an einer senkrecht zur 1. Mittellinie geschliffenen und einer natürlichen Platte nach M (010) die folgenden Werthe erhalten, welche durch übereinstimmende Messungen an mehreren anderen in beiden Richtungen hergestellten Platten controlirt und constant gefunden wurden:

	$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li)	76° 46′	50° 56′	142° 46′
für gelbes Licht (Na)	76° 0′	50° 2′	142° 52′
für grünes Licht (Tl)	75° 9′	49° 34′	143° 39′

Hieraus berechnet sich der wahre Axenwinkel für
Li zu 48° 49′
Na - 48° 5′
Tl - 47° 37′

und der mittlere Brechungsexponent β für
Li zu 1,5026
Na - 1,5113
Tl - 1,5153

Der Sinn der Doppelbrechung ist wie beim Kaliorthoklas negativ.

Da der optische Axenwinkel des Letzteren durch Temperaturerhöhung eine so grosse Aenderung erfährt, schien es von Interesse, auch den vorliegenden Natronfeldspath in derselben Richtung zu untersuchen. Es zeigte sich nun beim Erwärmen ein wesentlich verschiedenes Verhalten von dem des Kaliorthoklases, indem der Axenwinkel sich bis über 120° C. nur so unwesentlich verändert, dass die Differenzen weniger als die Beobachtungsfehler betragen. Die nachfolgende Tabelle zeigt, dass von da ab zwar eine merkliche aber doch mässige Abnahme des Axenwinkels eintritt. Die angeführten Temperaturen sind in der Weise corrigirt worden, dass an Stelle des Krystalles ein empfindliches Thermometer eingeführt und eine neue Ablesungsreihe zur Vergleichung der Ersteren gemacht wurde.

	$2E$
Bis 100° C. im Mittel	76° 54′
bei 130°	75° 38′
» 144°	73° 51′
» 158°	72° 20′
» 170°	71° 48′

bei 189°	71° 8′
» 197°	70° 12′
» 215°	67° 20′
» 226°	66° 40′
» 286°	64° 56′

Die in 3 Reihen ausgeführten Einstellungen lieferten mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten derselben eine befriedigende Uebereinstimmung.

So wurde z. B. beobachtet:

		in der ersten Reihe	in der zweiten Reihe
bei 150°	$2E$:	73° 59′	73° 32′
» 200°		70° 51′	71° 25′

Um zu erfahren, ob das Mineral auch permanente Veränderungen seines Axenwinkels erleidet, wurde eine Platte desselben $^1/_4$ Stunde lang der Weissglühhitze des Platins ausgesetzt und dann schnell abgekühlt, worauf sie milchfarbige Trübungen angenommen hatte. Im Gegensatz zu den Versuchen, welche Descloizeaux mit Kaliorthoklas gemacht hat, zeigte sich, dass der Axenwinkel nur sehr wenig abgenommen hatte, und nach einer approximativen Messung $2E = 73°\ 33'$ betrug, also kaum 3° verschieden von dem ursprünglichen Werthe desselben.

2. Natronorthoklas von Monte Gibele.

Derselbe bildet einen wesentlichen Bestandtheil als Einsprengling eines porphyrartig entwickelten Andesit-ähnlichen Gesteins und eines damit in Verbindung stehenden Glases. Beide Felsarten enthalten bei sonst sehr variabler Zusammensetzung 61% SiO^2 und bilden gemeinschaftlich, zu den älteren Gesteinen der Insel gehörend, den eigentlichen Kern des centralen Gebirges derselben, eines domatisch geformten Massivs von 764^m Höhe. An manchen Stellen desselben ist dieser Feldspath durch einen normalen Verwitterungsprocess von seinem Muttergestein befreit worden, allein in grösserer Menge und Vollkommenheit findet er sich nur an den Abhängen des Monte Gibele*), eines ca. 300^m hohen massigen kegelförmigen Berges, der sich durch seine abgesonderte Stellung und Kraterbildung geotektonisch bedeutend, petrographisch aber nicht wesentlich vom Hauptgebirge unterscheidet.

Die Krystalle kommen hier sowohl einzeln als zu kleinen Gruppen verwachsen vor, sind im Mittel $1^1/_2$—2^{cm} gross, und zeigen seltener glänzende als matte Oberflächen, welche gewöhnlich in abgerundeten Kanten an einander stossen. Sie sind selten vollkommen wasserklar, sondern durch Einlagerungen von kleinen Mengen Eisenoxydhydrats an den Spaltungsrissen

*) Synonym mit Bugeber od. Bugebele.

etwas getrübt. Ferner ist dies Mineral dadurch in eigenthümlicher Weise inhomogen, dass es lamellare Interpositionen eines fremden Feldspaths enthält, welche niemals ganz zu fehlen scheinen, deren Quantität aber nach den Fundorten bedeutend variirt. In unseren Krystallen von Gibele treten diese Leisten in grösserer Häufigkeit und in regelmässiger Anordnung parallel zur Symmetrieebene auf, so dass dieselben sich schon bei gewöhnlicher Betrachtung als Streifung auf Spaltungsstücken nach *P* (001) bemerklich machen. Aber noch deutlicher treten sie im polarisirten Licht hervor, und haben dann ihrer Feinheit wegen eine täuschende Aehnlichkeit mit der Zwillingsstreifung asymmetrischer Feldspathe. Ausser diesen Lamellen enthält das Mineral noch unbedeutende mikroskopische Einlagerungen von Glasmasse in Form von negativen Feldspathkrystallen, welche genau zum Wirthe orientirt sind, mit der grössten Ausdehnung nach $\infty \bar{P} \infty$ (100), und in der Regel ein Gasbläschen einschliessen.

Sein spec. Gewicht ist 2,61 und seine Zusammensetzung folgende:

SiO^2	=	63,41
Fe^2O^3	=	3,27
Al^2O^3	=	20,32
CaO	=	2,76
MgO	=	0,30
Na^2O	=	7;42
K^2O	=	2,53
		100,01

Auch dieses Mineral ist, wiewohl es seiner chemischen Constitution und seinem sp. G. nach zu urtheilen nichts mit dem Orthoklas gemein hat, im Wesentlichen ein monosymmetrischer Feldspath, wie die folgende Untersuchung desselben zeigen wird.

Seine Krystalle kommen in 2 Typen der Ausbildung vor, und zwar in der Regel in auffallend langen und schmalen Formen durch vorwaltendes Prisma *T* (110), untergeordneten *M* (010), *P* (001) und *y* ($\bar{2}01$), seltener in der normalen Orthoklasgestalt tafelartig nach *M* (010) mit gleichmässiger Vertretung der übrigen Flächen. Nur an diesem Typus tritt auch $2 \mathcal{R} \infty$ (021) auf und in einem Falle wurde auch $\infty \mathcal{R} 3$ (130) beobachtet.

Es wurden die folgenden Winkel gemessen:

Flächen	Berechnet:	Beobachtet: Mittel	Zahl der gem. Kanten	Grenzwerthe
$(110)\ (1\bar{1}0)$	59° 35′	58° 12′	5	59° 4′—57° 52′
$(110)\ (010)$		*60° 50′	10	61° 22′—59° 52′
$(001)\ (021)$	44° 29′	44° 33′	6	45° 9′—44° 4′
$(021)\ (010)$		*45° 31′	7	46° 2′—44° 48′
$(\bar{2}01)\ (001)$	82° 28′	81° 55′	10	82° 34′—81° 11′
$(\bar{1}10)\ (\bar{2}01)$	44° 44′	44° 23′	4	44° 29′—45° 17′
$(110)\ (001)$		*66° 58′	11	67° 33′—66° 21′
$(\bar{2}01)\ (021)$	84° 38′	84° 26½′	2	84° 33′—84° 20′
$(110)\ (021)$	51° 32′	51° 17½′	2	51° 20′—51° 15′
$(001)\ (010)$		90° 7′ *)	31	
$(001)\ (001)$	53° 26′	52° 36½′	2	52° 40′—52° 30′
an Zwillingen				
$(110)\ (130)$		30° 38′	1	30° 38′

Das Axenverhältniss berechnet sich aus den bezeichneten Grundwerthen zu

$$a : b : c = 0{,}6246 : 1 : 0{,}5498$$
$$\beta = 63^{\circ}\,17'$$

Wie man aus der Tabelle ersieht, schwanken die Winkelwerthe dieses Feldspaths noch stärker, wie diejenigen des zuerst beschriebenen, und die vom Verticalprisma $T(110)$, von $P(001)$ und $y\,(\bar{2}01)$ weichen noch mehr von den normalen des Orthoklases ab, weshalb sich auch das Axenverhältniss von dem des Letzteren, in demselben Sinne wie beim vorigen, noch weiter entfernt.

Man findet etwas weniger häufig Zwillinge wie an den Krystallen von C. Mida, doch sind solche nach dem Karlsbader Gesetz keine Seltenheit, und in einem Falle wurde auch eine Verwachsung nach $2\breve{P}\infty$ (012) constatirt.

Die Spaltbarkeit ist nach $P(001)$ etwas deutlicher als nach der Symmetrieebene.

Die optische Untersuchung, welche sich wegen der Inhomogeneität der Krystalle im Wesentlichen auf eine mikroskopische beschränken musste,

*) $P : M$ wurde um so genauer = 90° gefunden, je reiner die angewandten Spaltungsstückchen waren. Bei der Einstellung der Basis an Krystallen mit vielen eingeschalteten Lamellen erhielt man stets als hellsten Reflex den von der orthoklastischen P-Fläche, daneben aber lange schweifartige Nebenbilder von den plagioklastischen Spaltungsflächen der Lamellen; da, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, letztere meist nach einer Seite vorwaltend geneigt sind, so sind auch jene Schweife meist nur einseitig ausgebildet.

erwies übereinstimmend mit den Resultaten der Messung, dass hier ein Orthoklas zu Grunde liege, der den Hauptbestandtheil der Krystalle bildet, in welchem aber feine langgestreckte und gerade verlaufende Lamellen eines fremden Feldspaths eingebettet liegen, die parallel *M* (100) angeordnet sind, und sich gewöhnlich am Ende nach Art der Streifen im Perthit auskeilen, seltener plötzlich absetzen. Am deutlichsten erscheinen dieselben in Schliffen nach *P* (001), weshalb 4 solche von 3 verschiedenen Krystallen zur Feststellung der Natur dieser Einlagerungen angefertigt wurden. Man beobachtet in allen übereinstimmend vollkommene Orientirung der Schwingungsrichtung in der Hauptkrystallmasse parallel und senkrecht zur Kante *PM*, wogegen an den eingelagerten Lamellen eine erhebliche Abweichung dieser Richtung von derselben Kante zu constatiren ist. Ferner erweisen sich diese Letzteren zwar vorwiegend einseitig von der Orientirungslinie *PM* auslöschend, zum Theil jedoch auch beiderseitig und alternirend unter gleichem Winkel gegen dieselbe, also in Zwillingsstellung zu einander.

Mit Benutzung des letzteren Umstandes wurde der Abweichungswinkel der Schwingungsrichtung auf *P* (001) von der Richtung *PM* an 2 Krystallen zu $5^1/_4{}^0$, an einem zu $5^9/_{10}{}^0$ festgestellt, was mit den von Des Cloizeaux gefundenen Werthen für den Labrador genau übereinstimmt. Da nach demselben Forscher aber die entsprechende Abweichung für den Oligoklas nur 0—2⁰ beträgt, so ist daraus zu schliessen, dass der Kalkgehalt unseres Feldspaths keinem solchen, sondern einem perthitartig interponirten Labrador zuzuschreiben ist.

Ferner wurde ein möglichst homogenes Bruchstück nach *M* (010) geschliffen und daran für den orthoklastischen Theil des Krystalls eine Auslöschungsabweichung von $6^4/_7{}^0$ gegen *PM* gefunden, ein Werth welcher, in Folge der, durch die anisotropen Interpositionen verursachten optischen Störungen, erheblich vom wahren abweichen dürfte. Dies ist auch daraus zu schliessen, dass Krystalle derselben Art aus demselben Gestein, aber von Montagna grande, deren chemische Constitution, wie später gezeigt werden soll, der Hauptmasse nach mit dem orthoklastischen Theil unseres Feldspaths völlig übereinstimmt, bei viel grösserer Reinheit der Substanz $8^1/_{10}{}^0$ für die in Rede stehende Abweichung ergeben, ein Werth welcher dem an den Krystallen von Mida erhaltenen fast genau entspricht.

Nach einer approximativen Messung des stumpfen Axenwinkels in Oel betrug derselbe 135⁰ 46′.

Der oben gezogene Schluss, dass die interponirten Lamellen aus Labrador bestehen, wird nun durch eine geeignete Berechnung der Analyse vollkommen bestätigt. Wenn man den Gehalt von 3,27% Fe_2O_3 derselben, welcher, wie mikroskopisch erwiesen ist, sich als Eisenoxydhydrat im Krystall befindet, in Abzug bringt, so begeht man durch Vernachlässigung

der unbedeutenden Glaseinschlüsse nur noch einen minimalen Fehler, und kann den Rest unter Zugrundelegung des Kalk- und Magnesiagehalts auf die Bestandtheile des Labradors und Orthoklases berechnen.

Nehmen wir also den normalen Labrador zu:

$$
\begin{aligned}
SiO^2 &= 53,6\\
Al^2O^3 &= 29,8\\
CaO &= 12,1\\
Na^2O &= \underline{\ 4,5}\\
& \quad 100,0
\end{aligned}
$$

so berechnet sich der Gehalt an demselben in unserem Feldspath zu:

$$
\begin{aligned}
SiO^2 &= 12,22\\
Al^2O^3 &= 6,79\\
CaO &= 2,76\\
MgO &= 0,30\\
Na^2O &= \underline{\ 1,02}\\
& \quad 23,09
\end{aligned}
$$

und der Rest an Orthoklas zu:

$$
\begin{aligned}
SiO^2 &= 51,19\\
Al^2O^3 &= 13,53\\
Na^2O &= 6,40\\
K^2O &= \underline{\ 2,53}\\
& \quad 73,65
\end{aligned}
$$

welcher einem Feldspath von folgender procentischer Zusammensetzung entspricht:

		Ox.	
SiO^2 =	69,503 —	37,06 —	13,1
Al^2O^3 =	18,370 —	8,65 —	3
Na^2O =	8,689 —	2,24 }	1
K^2O =	3,435 —	0,58 }	
	99,997		

Uebereinstimmend mit den Resultaten der optischen und krystallographischen Untersuchung erhalten wir demnach für die Hauptmasse des Feldspaths eine Zusammensetzung, welche der des zuerst beschriebenen Sanidins in den jüngeren Glaslaven sehr nahe kommt, sich aber durch einen noch grösseren Gehalt an Natron von demselben unterscheidet, womit die besprochene weitere Abweichung seines Axenverhältnisses von dem des Orthoklases und die grössere Annäherung des Winkels des verticalen Prismas an den des Albits vollkommen in Einklang steht.

Eine weitere Controle für die auf die Natur der Grundsubstanz und ihrer Interpositionen gezogenen Schlüsse finden wir in einer Analyse

Abich's*), welcher ein bereits erwähntes weit reineres Material dieses Feldspaths von der Montagna grande untersuchte. Es ist deren von der unserigen erheblich abweichendes Resultat sehr wohl erklärlich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass in diesem Gestein mit jedem anderen Fundorte, während zwar die Constitution des intercludirenden Wirthes sich gleich bleibt, die Quantität der (unter sich auch chemisch gleichen) Interpositionen in demselben bedeutend variirt.

Abich fand:

$$
\begin{aligned}
Si\,O^2 &= 68{,}23 \\
Fe^2\,O^3 &= 1{,}01 \\
Al^2\,O^3 &= 18{,}30 \\
Ca\,O &= 1{,}26 \\
Mg\,O &= 0{,}51 \\
Na^2\,O &= 7{,}99 \\
K^2\,O &= 2{,}53 \\
\hline
 & \ 99{,}83
\end{aligned}
$$

Spec. Gew. = 2,5950 (15° R.).

Er deutet die Streifung auf P als Zwillingsstreifung, und ordnete daher diesen Feldspath wegen seines hohen Natrongehalts dem Periklin bei. Derselbe dürfte aber, wie kaum zu bezweifeln ist, übereinstimmend mit den Krystallen aller übrigen untersuchten Localitäten der Montagna, monosymmetrisch wie der unsrige sein, und sich vor jenen nur durch einen geringeren Gehalt an Labrador auszeichnen, wie das aus einer der vorigen analogen, jedoch approximativen Berechnung erhellt.

Der Eisengehalt in Abich's Feldspath muss nach seiner Mittheilung von den reichlichen Glaseinschlüssen desselben, diesen Letzteren zugeschrieben werden. Wir können aber nach einer von E. Maegis ausgeführten Analyse des andesitischen Glases der Montagna, den in Abich's Feldspath enthaltenen Antheil desselben auf seine Hauptbestandtheile berechnen.

Wir erhalten demnach für den Glaseinschluss:

$$
\begin{aligned}
Si\,O^2 &= 10{,}10 \\
Fe^2\,O^3 &= 1{,}01 \\
\hline
 & \ 11{,}11
\end{aligned}
$$

Ferner für den Gehalt an Labrador:

$$
\begin{aligned}
Si\,O^2 &= 6{,}90 \\
Al^2\,O^3 &= 3{,}89 \\
Ca\,O &= 1{,}26 \\
Mg\,O &= 0{,}51 \\
Na^2\,O &= 0{,}58 \\
\hline
 & \ 13{,}14
\end{aligned}
$$

*) Poggendorf's Annalen Bd. 51; 526.

Es bleiben für den Orthoklas:

$$
\begin{aligned}
Si O^2 &= 51,23 \\
Al^2 O^3 &= 11,41 \\
Na^2 O &= 6,25 \\
K^2 O &= 1,75 \\
\hline
& 70,64
\end{aligned}
$$

Dessen procentische Zusammensetzung aber berechnet sich zu:

		Ox.	
$Si O^2$ =	67,782 =	36,14 —	11,7
$Al^2 O^3$ =	19,065 =	8,96 —	2,9
$Na^2 O$ =	9,806 =	2,52 }	1
$K^2 O$ =	3,347 =	0,56 }	
	100,000		

woraus man ersieht, dass in der Zusammensetzung der Hauptmasse des Feldspaths von Montagna mit der des unserigen völlige Uebereinstimmung herrscht, wie das die genetische und petrographische Verwandtschaft ihrer beiden Muttergesteine im Voraus erwarten liess. Man muss daher beide Vorkommnisse als Perthit-artige Natronorthoklase betrachten, von welchen der Erstere nur ca. 1 Theil Labrador auf 6 Theile Orthoklas enthält, während bei dem von Gibele 1 Theil desselben in $3^1/_2$ Theilen des monoklinen Feldspaths eingeschlossen ist.

Zu diesen Resultaten gelangt man endlich auch noch durch eine Einsicht in das specifische Gewicht der Krystalle vom letztgenannten Fundort. Wenn die fraglichen im Feldspath enthaltenen Substanzen keine chemische Verbindung, sondern ein mechanisches Gemenge chemisch und physikalisch verschiedener Bestandtheile mit einander bilden, wie unsere Voraussetzung war, so muss sich das spec. Gew. des Gemenges aus denen der einzelnen Componenten berechnen lassen. Die Letzteren stehen aber in dem Verhältniss von 1 Th. Eisenoxydhydrat v. sp. G. 3,60 zu 7 Th. Labrador v. sp. G. 2,74, welche zu 22 Th. monokl. Natronorthoklas gehören, dessen spec. Gew. von mir zu 2,55 bestimmt wurde. Hieraus berechnet sich das spec. Gew. unseres Minerals zu 2,62, was mit dem gefundenen 2,61 fast genau übereinstimmt.

In den beiden soeben beschriebenen Feldspathen haben wir somit zwei Orthoklase kennen gelernt, in welchen der Erstere auf

$2^1/_3$ Mol. der Verb. $Na\,Al\,Si^3\,O^8$
1 » » » $K\,Al\,Si^3\,O^8$

der zweite auf

4 Mol. der Verb. $Na\,Al\,Si^3\,O^8$
1 » » » $K\,Al\,Si^3\,O^8$

enthält, d. h. monosymmetrische Feldspathe von der Zusammensetzung des Albits, denen nur in untergeordneter Menge die entsprechende Kaliverbindung isomorph beigemengt ist. Die Existenz solcher Orthoklase liefert daher den Beweis für die Dimorphie der Verbindung $Na\ \ddot{A}l\ Si^3\ O^8$, während die Dimorphie von $K\ Al\ Si^3\ O^8$ durch die Entdeckung des Mikroklin von Descloizeaux bewiesen ist.

Es sind damit die Ansichten, welche Groth*) über die krystallo-chemischen Beziehungen der Glieder der Feldspathgruppe bereits ausgesprochen hat, vollkommen bestätigt worden.

Ganz so, wie die beiden dimorphen Modificationen des Kalifeldspaths, Kaliorthoklas und Mikroklin, eine ausserordentliche Aehnlichkeit ihrer Winkel zeigen, so nähern sich auch die Winkel des Natronorthoklases denen der anderen dimorphen Modification, des Albits, soweit es die Verschiedenheit des Krystallsystems gestattet.

Da wir bereits mehrfache homogene isomorphe Mischungen von Kali- und Natron-Feldspath in monosymmetrischer Form kennen, von welchen

No.	Spec. G.	Molekular-Verhältniss	Axenverhältniss.
1.	2,573	$1\ K^2O : \frac{1}{7}\ Na^2O$	0,6535 : 1 : 0,5521
2.	2,57	$1\ K^2O : 1\frac{1}{2}\ Na^2O$	0,6492 : 1 : 0,5517
3.	2,55	$1\ K^2O : 2\frac{1}{2}\ Na^2O$	0,6358 : 1 : 0,5468
4.	(2,61)	$1\ K^2O : 4\ Na^2O$	0,6216 : 1 : 0,5498
		Albit:	0,6333 : 1 : 0,5575

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Krystallform der Natron-reichen Orthoklase sich um so mehr derjenigen des Albit nähert, je mehr Natron sie enthalten, und dass die Natron-reichsten hier beschriebenen Orthoklase soweit es das System gestattet die Winkel des asymmetrischen Natronfeldspaths erreichen. Gegenüber der bekannten Variabilität, die der optische

*) P. Groth, Tabellarische Uebersicht der einfachen Mineralien. Braunschweig 1874. p. 106.

unsere beiden eigentlich nur die an Natron reichsten bis jetzt bekannten Glieder der Reihe darstellen, so ist es von Interesse zu verfolgen, in welcher Weise Krystallform und optische Eigenschaften dieses Minerals durch Zunahme des Natrongehalts in demselben modificirt werden. Für einen solchen Vergleich würden etwa folgende monosymmetrische Feldspathe in Betracht kommen:

1. Kaliorthoklas mit sehr geringem Natrongehalt. Hierfür kann man den Adular von Pfitsch, welcher von Tschermak*) analysirt wurde, als Typus nehmen. Aus den von Letzterem angegebenen Winkeln wurde das Axenverhältniss von mir berechnet. Die Abweichung, welche die Axe der kleinsten optischen Elasticität in der Symmetrieebene mit P (001) bildet, ist an einem Pfitscher Krystall aus dem hiesigen miner. Museum bestimmt worden.

2. Der von G. v. Rath**) beschriebene, gemessene und analysirte Sanidin von Laach mit 7% Na^2O. Durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. Websky war es mir möglich, die in jener Arbeit beschriebenen Originalkrystalle, welche sich im Berliner mineralogischen Museum befinden, optisch zu untersuchen.

3. Der im Eingang beschriebene Sanidin von Cuddia Mida.

4. Der an zweiter Stelle beschriebene von Monte Gibele.

Neigungs-winkel β	Krystallwinkel			Optische Verhältnisse	
	$T:T$	$P:y$	$P:n$	Abweichung der Schwingungs-richt. auf M von PM	Axenwinkel
63° 57'	60° 50'	81° 2'	44° 12'	4° 35'	—
63° 54'	60° 28'	80° 33'	44° 43'	6° 30'	151° 19'
63° 38'	59° 19'	81° 28'	44° 22'	8° 30'	142° 52'
63° 47'	59° 35'	82° 28'	44° 29'	(8° 6')	135° 46'
63° 32'	59° 13'	82° 6'	{43° 10' / 46° 46'}	20°	83° 5'

Axenwinkel des Adulars, jedenfalls in Folge innerer Spannungserscheinungen, besitzt, beobachtet man bei den Feldspathen 2, 3, 4 der Tabelle eine grössere Constanz desselben, und dem entsprechend eine regelmässige

*) Tschermak, Chem. mineralog. Studien. Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1864. 50. Bd. I. Abtheil. p. 577.

**) G. v. Rath, Ueber die Winkel an Feldspathkrystallen. Poggendorff's Annalen 135, 564.

Aenderung (Verkleinerung) desselben mit steigendem Natrongehalt. Gleichzeitig findet man auch eine solche in der Abweichung der Axe kleinster Elasticität auf *M* gegen *P*, aber im umgekehrten Sinne, denn sie wird mit der Zunahme an Natron grösser.

Es darf zum Schluss nicht unerwähnt bleiben, dass in der Literatur bereits einmal ein Natronorthoklas aufgestellt worden ist. Derselbe ist von Hrn. Sandberger*) beschrieben worden, und findet sich bei Lochwald in Baden, wo er einen Theil linsenförmiger Ausscheidungen im Gneise bildet. Das Mineral enthält nach einer in der erwähnten Arbeit angeführten Analyse von Seidel:

		Ox.	
SiO^2 =	66,37 —	35,39 —	11
Al^2O^3 =	19,94 —	9,38 —	2,9
FeO =	Spur		
MgO =	0,39 —	0,15	}
Na^2O =	9,63 —	2,48	} 1
K^2O =	3,42 —	0,58	}
	99,75		

Da der Verfasser über die Eigenschaften dieses Feldspaths nichts weiter angiebt, als dass er »deutlich rechtwinklig spaltbar« sei, so hegte ich den Wunsch, denselben einer optischen Prüfung zu unterwerfen, welchem in der freundlichsten Weise von Herrn Hofrath Seubert durch Uebersendung der im Karlsruher Museum befindlichen Originalhandstücke gewillfahrt wurde.

Die Untersuchung geschliffener Spaltungsstücke nach *M*(010) und *P*(001) erwies aufs unzweideutigste, dass dieses Mineral durchaus nicht homogen sei und vielmehr nur zum geringsten Theil aus Orthoklas, vorwiegend aber aus asymmetrischem Albit bestehe. Derselbe erscheint in Platten nach *M*(010) in Gestalt von kleinen parallel zur Kante ($\infty\breve{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$) angeordneten, dichotomen Apophysen-ähnlichen Streifen; in solchen nach *P*(001) hingegen in regelmässiger Gitterstructur parallel und senkrecht gegen die Kante *PM*.

Die Einstellungen der beiden Platten nach *M*(010) und *P*(001) für Wirth und Interpositionen ergaben folgende Werthe als Mittel von 68 Ablesungen der Schwingungsrichtung für *Na*-Gelb:

	Wirth	Interpositionen.
Abweichung auf *M* gegen *PM*	$5^1/_5{}^0$	12^0
Abweichung auf *P* gegen *PM*	0^0	$19^1/_2{}^0$

---

*) Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Grossherzogth. Baden, 11. Heft. Geol. Beschr. der Umgegend von Baden. Karlsruhe 1861. p. 60.

Es stellte sich demnach heraus, dass der Feldspath von Lochwald nichts weniger als ein Natronorthoklas sei, sondern ein mechanisches Gemenge nach Art des Perthit, in welchem, wie leicht aus der optischen Untersuchung und einer Berechnung der Analyse ersichtlich ist, ungefähr 4 Theile Albit mit 1 Theil Kaliorthoklas gemischt sind.

Die in vorstehender Arbeit erwähnten Analysen sind im Laboratorium des Hrn. E. Cohen in Heidelberg, die übrige Untersuchung im min. Inst. d. Univ. Strassburg ausgeführt.

XXXVII. Krystallographische Studien am Eisenglanz und Titaneisen vom Binnenthal.

Von

H. Bücking in Strassburg i. E.

(Hierzu Tafel XXIV.)

Eine Stufe mit Eisenglanzkrystallen von der Alp Lercheltini im Binnenthal, welche im vorigen Jahre in den Besitz des mineralogischen Instituts der Universität Strassburg gelangt war, erregte durch die von den gewöhnlichen Typen abweichende Ausbildung der Krystalle besondere Aufmerksamkeit und nahm ich desshalb die Messung derselben vor. Zugleich war Herr G. Seligmann in Koblenz, in dessen Besitz sich eine grössere Suite von Eisenglanzkrystallen von dem genannten Fundorte befindet, so gütig, mir sein ganzes Material zuzusenden und die Bearbeitung desselben bereitwilligst zu überlassen. Es sei mir gestattet, Herrn Seligmann für seine liebenswürdige Zuvorkommenheit meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Unter dem von Herrn Seligmann erhaltenen Material befand sich noch eine sehr interessante Verwachsung von Magneteisen und Eisenglanz, sowie ein Zwillingskrystall von Titaneisen mit deutlicher tetartoedrischer Ausbildung. Beide Vorkommnisse sind am Schlusse der Beschreibung der Eisenglanzkrystalle ausführlicher behandelt.

I. Eisenglanz.

Die im Folgenden beschriebenen Krystalle finden sich auf Klüften im Gneiss, lose aufgewachsen, fast immer in Gesellschaft von kleinen Krystallen von Adular, Quarz, Magneteisen und Rutil. Etwa 6^{mm} breite und 4^{mm} dicke Krystalle sind am häufigsten; bei den grössten beträgt die Breite 12, die Dicke 8^{mm}. Sie sind theils rhomboedrisch, pyramidal, theils durch Vorherrschen der nie fehlenden Basis tafelförmig ausgebildet. Besonders interessant sind sie durch das Auftreten einer Reihe ganz verschiedenartiger Typen mit einer grossen Anzahl bisher am Eisenglanze noch nicht

beobachteter Formen. Jeder dieser Typen wird durch mehrere Flächen, welche ihm ausschliesslich zukommen, charakterisirt; nur die Basis und $+R$ $(10\bar{1}1)$ sind allen gemeinsam. Am häufigsten sind die unter Typus 7 aufgeführten Eisenrosen, welche jedenfalls zu den titanhaltigen Eisenglanzen gehören; auch Krystalle nach dem 1. Typus ausgebildet scheinen öfter vorzukommen. Seltener sind Krystalle vom 5., sowie vom 3. und 4. Typus; vom zweiten lag nur ein Krystall zur Untersuchung vor.

Unter den neuen Flächen finden sich sehr viele Scalenoeder, welche zum Theil ein recht complicirtes Zeichen besitzen, trotzdem das Verhältniss der Nebenaxen und dieser zur Hauptaxe meist einfacheren Verhältnissen sehr nahe liegt. Man könnte aus letzterem Grunde wohl geneigt sein, einfache Zeichen an Stelle der complicirten zu setzen; indessen muss bemerkt werden, dass die geringen Abweichungen von den gefundenen Verhältnissen der Nebenaxen und dieser zur Hauptaxe, welche durch Annahme des einfacheren Zeichens entstehen, eine ganz erhebliche Aenderung in den Polkantenwinkeln und den Winkeln zur Basis hervorrufen, wie dies auf das Klarste aus einer Vergleichung der für die einander sehr nahe liegenden Skalenoeder

$$A = -\frac{\frac{10}{9}P\frac{3}{2}}{2}, \quad D = +\frac{\frac{23}{22}P\frac{23}{15}}{2}, \quad F = +\frac{\frac{14}{13}P\frac{14}{9}}{2}, \quad J = +\frac{\frac{22}{19}P\frac{11}{7}}{2},$$

$$K = -\frac{\frac{24}{25}P\frac{3}{2}}{2}, \quad \sigma = -\frac{P\frac{3}{2}}{2}$$

berechneten unten aufgeführten Werthe hervorgeht. Es musste deshalb das weniger einfache Zeichen beibehalten werden.

1. Typus.

Mehrere bis 10mm breite und 6mm dicke Krystalle zeigen die Combination der Flächen von $c = oR$ (0001) und $r = +R$ $(10\bar{1}1)$ mit einem negativen Scalenoeder A und einem steilen positiven B. Sie besitzen meist durch Vorherrschen des Skalenoeders A einen pyramidalen Habitus (vgl. Figur 1). Die Basis ist nur am Rande eben, nach der Mitte hin rauh durch zahlreiche ein- und aufgewachsene kleine Rutilnadeln in der bekannten regelmässigen Anordnung. Andere Krystalle werden durch Vorwalten der Basis dick tafelartig; auf der Basis beobachtet man alsdann nicht immer die regelmässige Verwachsung mit Rutil, statt dieser vielmehr sehr oft eine Anhäufung von kleinen rosettenförmig gestellten Eisenglanzblättchen; auch sie beschränkt sich auf den centralen Theil der Basis, der Rand ist vollkommen eben und spiegelnd. Die Flächen von r sind an den Krystallen letzterer Ausbildung nur theilweise entwickelt oder fehlen ganz; die Flächen der Skalenoeder A und B sind von gleicher Grösse.

Das Rhomboeder $r = (10\bar{1}1)$ besitzt ganz matte Flächen mit zahl-

reichen Vertiefungen und gestattet deshalb nur approximative Messungen. Für den Winkel zur Basis wurde gefunden 57° 18′ und 57° 23′ statt des dem Axenverhältnisse $\frac{c}{a}$ zu Grunde gelegten Werthes 57° 31′.

Das negative Skalenoeder A ist stark glänzend, aber uneben durch kleine flache Erhöhungen und Vertiefungen und besonders in der Richtung von links nach rechts stark gekrümmt. Die Polkantenwinkel konnten deshalb nur approximativ gemessen werden; genauere Werthe lieferten hingegen die Messungen des Mittelkantenwinkels und des Winkels zur Basis. Aus denselben ergibt sich für A das Zeichen $\frac{10}{27}R3 = -\frac{\frac{10}{9}P\frac{5}{3}}{2} = \varkappa$ (10. 20. $\bar{3}\bar{0}$. 27); A ist mithin für den Eisenglanz neu. Die beobachteten Winkel sind in den folgenden Columnen aufgeführt; und zwar beziehen sich die verschieden angegebenen Winkel auf verschiedene Kanten meist mehrerer Krystalle. Es bedeute hier, wie in der ganzen vorliegenden Bearbeitung, U den Winkel zur Basis, Y den Winkel der stumpfen, X den der scharfen Polkante, Z den Mittelkantenwinkel und V den Winkel, welchen das Skalenoeder mit $+R$ (10$\bar{1}$1) bildet. Die Messungen des Winkels V sind nur ganz approximative, da dieselben erst vorgenommen werden konnten, nachdem die matte Rhomboederfläche, um sie spiegelnd zu machen, mit einem Glasblättchen bedeckt war.

	$U=$	$Y=$	$X=$	$Z=$	$V=$
	56° 28′	30° 33	65° 59	68° 47	34° 35′
	56° 39′	31 3	67 57	68 56	35 13½
	56 53	31 3½	68 7	68 56	
	57 1	31 33	68 21½	69 22	
	57 10	31 33	68 44	69 24	
	57 11	31 34			
	57 20	31 43			
Mittel	56° 59	31° 17	67° 37½	69° 5′	34° 54′
Aus dem Zeichen $-\frac{10}{27}R3$ berechnen sich diese Winkel resp. zu:	56° 59′	31° 50′	67° 14	69° 7′	34° 11′

Das positive Skalenoeder B besitzt so gerundete Flächen, dass die stumpfe Polkante kaum deutlich hervortritt. Eine Reihe von gemessenen Winkeln zeigt eine verhältnissmässig gute Uebereinstimmung mit den aus dem Zeichen $= \frac{\frac{32}{7}P\frac{16}{13}}{2} = +\frac{20}{7}R\frac{8}{5} = \varkappa$ (26. 6. $\bar{3}\bar{2}$. 7.) berechneten Winkeln, namentlich in den bei den Messungen weniger grossen Schwankungen unterworfenen und daher allein maassgebenden Winkeln U und Y, sodass als feststehend anzunehmen ist, dass dem Skalenoeder B dieses Zeichen entspricht. Die aus den einfacheren Zeichen $+\frac{4P\frac{4}{3}}{2} = +\frac{12}{5}R\frac{5}{3} = \varkappa$ (16.

4. $\bar{2}\bar{5}$. 5), resp. $+\frac{\frac{9}{2}P\frac{5}{4}}{2} = +\frac{27}{10}R\frac{5}{3} = \varkappa$ (36. 9. $\bar{4}\bar{5}$. 10) und $+\frac{5P\frac{5}{4}}{2} = +3R\frac{5}{3} = \varkappa$ (41$\bar{5}$1) berechneten Winkel, $U = 80^0\ 9'$ resp. $81^0\ 13\frac{1}{2}$, $82^0\ 6$, $Y = 21^0\ 26'$ resp. $21^0\ 32'$, $21^0\ 32'$ und $Z = 42^0\ 51'$ resp. $41^0\ 54'$, $41^0\ 17'$, weichen von den für *B* beobachteten Werthen, namentlich in dem für das Verhältniss der Nebenaxen vorzugsweise in Betracht kommenden Winkel *Y*, zu sehr ab, als dass man *B* als eins dieser Skalenoeder deuten dürfte.

Die beobachteten und aus dem Zeichen $+\frac{20}{7}R\frac{5}{3}$ berechneten Winkel sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; *S* bedeutet hier den Winkel der Combinationskante von *B* mit *A* (von den Flächen 10. 20. $\bar{3}\bar{0}$. 27 und 26. 6. $\bar{3}\bar{2}$. 7 gebildet).

Beobachtet:	$U = 81^0\ 2\frac{1}{2}$	$Y = 18^0\ 26$	$Z = 38^0\ 44$	$S = 37^0\ 27$
	$81^0\ 5$	18 57	$38^0\ 52$	$37^0\ 28$
	$81^0\ 31$	20 15	39 38	$39^0\ 15$
	$81^0\ 36$	20 17	41 31	
	$81^0\ 42$	20 26	42 54	
	$81^0\ 48$	20 30	43 40	
		20 51	43 45	
		21 17	45 $8\frac{1}{2}$	
		21 20		
Mittel	$81^0\ 23$	$20^0\ 15$	$41^0\ 43'$	
Berechnet:	$81^0\ 24$	$20^0\ 4$	$43^0\ 8'$	$37^0\ 26$

2. Typus.

Ein loser Krystall, welcher mit einer Basisfläche aufgewachsen war, ungefähr 6^{mm} breit und 5^{mm} dick. Er zeigt die Combination der Flächen $c = oR$ (0001) und $r = +R$ (10$\bar{1}$1) mit den Skalenoedern *D*, *G*, dem steilen schon am 1. Typus beobachteten Skalenoeder *B*, einem nicht näher bestimmbaren negativen Skalenoeder und der Pyramide 2. Ordnung *Q*. Durch gleichmässige Ausbildung der Skalenoeder *D*, *G* und der Basis besitzt der Krystall einen pyramidalen Habitus; die übrigen Flächen sind im Ganzen untergeordnet (vgl. Figur 2).

Die Basis *c* ist nach der Mitte hin durch kleine Unebenheiten rauh. Das Rhomboeder $r = +R$ ist ziemlich glatt und glänzend; sein Winkel zur Basis beträgt nach mehreren Messungen im Mittel $57^0\ 31'$.

Von den Skalenoedern ist das negative *G* durch stärkeren Glanz vor dem positiven *D* ausgezeichnet. Seine Flächen besitzen eine beim Messen der Winkel sich deutlich geltend machende Krümmung. Es besitzt das Zeichen $-\frac{\frac{23}{19}P\frac{23}{15}}{2} = -\frac{7}{19}R\frac{23}{7} = \varkappa$ (8. 15. $\bar{2}\bar{3}$. 19), ist also neu.

Die beobachteten und berechneten Winkel sind folgende:

	U	Y	X	V
Beobachtet:	$U = 58^0\ 37$	$Y = 33^0\ 40$	$X = 66^0\ 49$	$V = 33^0\ 25$
	58 47	33 47	67 13	33 41
	58 49	34 11	67 23	33 54
	59 0			33 58
	59 8			34 21½
	59 18			34 40
Mittel	$58^0\ 56$	$33^0\ 53$	$67^0\ 8$	$34^0\ 0'$
Berechnet:	$59^0\ 7'$	$34^0\ 8'$	$66^0\ 56'$.	$33^0\ 51$

Das positive Skalenoeder D ist sowohl in vertikaler als horizontaler Richtung sehr stark gerundet, namentlich durch oscillatorische Combination mit einem negativen Skalenoeder, welches eine deutliche Streifung auf den Flächen hervorruft. Der Umstand, dass D mit c und G eine Zone bildet, bedingt für D ein gleiches Verhältniss der Nebenaxen wie für G, und folgt hieraus und aus einer Reihe approximativer Messungen, welche im Ganzen übereinstimmende Winkel ergeben, für D das Zeichen $+\frac{\frac{23}{22}P\frac{23}{15}}{2}$ $= +\frac{7}{22}R\frac{23}{7} = \varkappa\ (15.\ 8.\ \overline{23}.\ 22)$, es ist also auch D eine neue Form des Eisenglanzes. Das einfachere Zeichen $+\frac{1}{3}R\frac{23}{7} = \varkappa\ (15.\ 8.\ \overline{23}.\ 21)$, führt bei der Berechnung des Winkels zur Basis U zu dem von dem gemessenen Winkel sehr stark abweichenden Werthe $56^0\ 32'$, sodass dieses Zeichen der Fläche D nicht beigelegt werden darf. Es wurden folgende Winkel beobachtet (S bedeutet den Winkel, welchen D mit der auf derselben Seite von r liegenden Fläche G einschliesst, also den Winkel $(15.\ 8.\ \overline{23}.\ 22,$ $8.\ 15.\ \overline{23}.\ 19)$:

	U	Y	X	V	S
	$U = 55^0\ 11$	$Y = 33^0\ 11$	$X = 63^0\ 23$	$V = 16^0\ 13\frac{1}{2}$	$S = 16^0\ 32$
	$55^0\ 35$	$33^0\ 21$	$63^0\ 37$	16 54	16 42
	$55^0\ 41$	$33^0\ 41$	$63^0\ 53$	17 0	16 55
	$55^0\ 48$			17 4	16 55
	56 5			17 28½	17 7½
				17 41	17 26
Mittel	$55^0\ 40'$	$33^0\ 24'$	$63^0\ 38'$	$17^0\ 3'$	$16^0\ 56$
Berechnet:	$55^0\ 18'$	$32^0\ 44'$	$63^0\ 44'$	$16^0\ 48'$	$17^0\ 9'$

Das steile positive Skalenoeder B besitzt ganz dieselbe Flächenbeschaffenheit wie das gleichbezeichnete an den Krystallen des 1. Typus. Die Flächen sind hier sehr stark gekrümmt, ganz matt und klein und gestatteten deshalb nur ganz approximative Messungen, welche für den stumpfen Polkantenwinkel 18—19⁰, für den Mittelkantenwinkel 42—43⁰ und für den Winkel zur Basis ca. 84⁰ ergaben. Doch dürften diese Messungen immerhin zur Identificirung dieser Fläche mit dem am 1. Typus beobachteten Skalenoeder $B = +\frac{20}{7}R\frac{8}{3} = \varkappa\ (26.\ 6.\ \overline{32}.\ 7)$ genügen.

Die Pyramide 2. Ordnung Q besitzt matte, in horizontaler Richtung stark gekrümmte Flächen, welche ganz allmählich in die Flächen des Ska-

lenoeders D verlaufen. Die Pyramide hat das Zeichen $\frac{6}{5}P2 = (33\bar{6}5)$, ist also für den Eisenglanz neu. Die beobachteten und berechneten Winkel sind folgende:

	$U =$	Polkantenwinkel $X =$
Beobachtet:	57° 32′	49° 12′
	58° 1	51° 21′
	58 $1\frac{1}{2}$	
	58 35	
	59 42	
Mittel	58° 22	50° 16′
Berechnet:	58° 30′	50° 28′

An dem nicht näher bestimmten Skalenoeder, welches als Streifung auf den Flächen des Skalenoeders D auftritt, konnten die Winkel, welche seine Flächen mit den anliegenden Flächen von r, D und G bilden, nicht mit genügender Sicherheit gemessen werden; doch geht aus ihrer ungefähren Grösse mit Bestimmtheit hervor, dass D eine negative Form ist.

3. Typus.

Bis 7 mm breite und 3 mm dicke Krystalle. Sie besitzen die Combination der Flächen $c = oR\ (0001)$ und $r = +R\ (10\bar{1}1)$ mit dem negativen Rhomboeder L, die Skalenoeder E und P und einem nicht näher bestimmbaren Skalenoeder, welches die Kante zwischen E und c abrundet (vgl. Figur 3). Durch Vorherrschen der Basis sind sie dick-tafelartig. Die Basis ist nur am Rande eben, nach der Mitte hin durch zahlreiche unregelmässig gruppirte Eisenglanzblättchen höckerig-rauh.

Die nur klein entwickelten Rhomboeder r und L besitzen sehr glatte glänzende Flächen. Für $r = +R\ (0001)$ ergab die Messung des Winkels zur Basis 57° 52′, 57° 38½′, 56° 42′ (Mittel 57° 24′, statt des Fundamentalwinkels 57° 31). Der Winkel von L zur Basis konnte wegen der Kleinheit der Flächen L und des nicht scharfen Reflexes der Basis nur approximativ gemessen werden; die Messungen ergaben 78° 35′, 81° 20′, 76° 30½′, im Mittel 78° 48½′. Der für $-3R = (03\bar{3}1)$ berechnete Winkel beträgt 78° 1′. Es ist demnach L wohl als $-3R$ zu deuten, eine an Eisenglanz noch nicht beobachtete Form.

Das positive Skalenoeder E ist von den Seitenflächen am grössten ausgebildet; seine Flächen sind matt, und in horizontaler Richtung wellig gebogen, sowie durch oscillatorische Combination mit dem negativen Skalenoeder P schwach gestreift, gestatten aber doch einige approximative Messungen, aus welchen sich für E das Zeichen $+\frac{\frac{9}{11}P\frac{18}{11}}{2} = +\frac{2}{11}R\frac{9}{2} = \varkappa\ (11.\ 7.\ \bar{18}.\ 22)$ ergibt. Das Skalenoeder $+\frac{2}{11}R\frac{9}{2}$ ist für den Eisenglanz neu. Die beobachteten und berechneten Winkel sind folgende:

Beobachtet:	$U = 48^\circ\ 16$	$Y = 30^\circ\ 58'$	$X = 50^\circ\ 18$	$V \doteq 21^\circ\ 18$ app.
	48 30	31 56		
	48 32	34 20		
	48 34	37 9′		
Mittel	48 28	33° 36		
Berechnet:	48 17	33° 28	49° 48	20° 13½

Das negative Skalenoeder P besitzt kleine starkglänzende Flächen, welche wegen schwacher Krümmung gleichfalls nur annähernde Messungen zulassen. Aus diesen geht hervor, dass P das von Strüver an Krystallen von Traversella aufgefundene Skalenoeder $P = -\frac{\frac{4}{7}P\frac{4}{3}}{2} = -\frac{2}{7}R3 = \varkappa(24\bar{6}7)$ ist. Die beobachteten und berechneten Winkel sind folgende:

Beobachtet:	$U = 48^\circ\ 29$	$Y = 28^\circ\ 47\frac{1}{2}$	$X = 60^\circ\ 36$	$V = 34^\circ\ 35'$
	49 48	28° 58		
	50 8	29 18		
Mittel	49 28	29 1		
Berechnet:	49 53	28 58	60° 6	33° 31½

Die Flächen $r\,(10\bar{1}1)$ und $P\,(24\bar{6}7)$ scheinen beim ersten Anblick in Folge der starken Krümmung von E mit diesem d. i. $(11.\ 7.\ \bar{18}.\ 22)$ in einer Zone zu liegen; erst bei genauer Betrachtung findet man eine geringe Convergenz der Combinationskanten. Auf der Figur tritt dieselbe sehr stark hervor, womit übereinstimmt, dass der Zonengleichung durch die drei Flächen nicht genügt wird.

4. Typus.

2—4mm breite Krystalle auf einer im Besitze des mineralogischen Instituts der Universität Strassburg befindlichen Stufe, zusammen mit Quarz, Magneteisen, Adular und prachtvollen Zwillingskryställchen von Rutil. Sie besitzen die Combination der Flächen $c = oR\,(0001)$, $b = \infty R\,(10\bar{1}0)$ und $r = +R\,(10\bar{1}1)$ mit zwei positiven Skalenoedern F und H und einem negativen M. Durch Vorherrschen der Basis sind die Krystalle tafelförmig (vgl. Figur 4. Um in dieser die Flächen H, M und b deutlich hervortreten zu lassen, wurde die Höhe im Vergleich zu der angenommenen Breite ungefähr verdoppelt).

Die Basis ist ziemlich eben und glänzend; sie zeigt nur zahlreiche feine, anscheinend unregelmässig verlaufende Linien, bedingt durch kleine parallel aufgelagerte Eisenglanzblättchen; an den grösseren Krystallen pflegen sich dieselben nach der Mitte hin aufzurichten und so einen den Eisenrosen ähnlichen Habitus der Krystalle hervorzurufen.

Unter den Seitenflächen ist das Rhomboeder $r = +R$ gewöhnlich vorherrschend; es ist glatt und spiegelnd. Der Winkel zur Basis betrug bei

4 Messungen 57° 20, 57° 22½, 57° 32½, 57° 33′ (im Mittel 57° 27′ statt des Fundamentalwerthes 57° 31′).

Die Fläche $b = \infty R = (10\bar{1}0)$ tritt nur ganz untergeordnet auf.

Das positive Skalenoeder *F* besitzt unter den Skalenoedern die grössten Flächen; dieselben werden zuweilen auf Kosten der Rhomboederflächen unter den Seitenflächen die vorherrschenden. Die Beschaffenheit der Flächen *F* ist im Ganzen eben. Aus den Messungen ergibt sich für *F* das Zeichen $+\frac{\frac{14}{13}P\frac{14}{9}}{2} = +\frac{4}{13}R\frac{7}{2} = \varkappa\,(9.\,5.\,\bar{1}\bar{4}.\,13)$; es ist demnach *F* eine neue Form für den Eisenglanz. Die beobachteten und berechneten Winkel sind folgende:

Beobachtet:	$U =$ 55° 29	$Y =$ 33° 44½	$V =$ 16° 28½
	55° 56½	33° 47½	16 30
	56° 53		17 4½
			17 9
Mittel	56° 6	33° 46	16° 53
Berechnet:	56° 2	34 0	17° 18

Die nur ganz schmal entwickelten Flächen von *H* sind in horizontaler Richtung stark gekrümmt; doch stimmen die beobachteten Winkel mit den aus dem Zeichen $+\frac{6P\frac{5}{4}}{2} = +\frac{18}{5}R\frac{5}{3} = \varkappa\,(24.\,6.\,\bar{3}\bar{0}.\,5)$ berechneten Werthen sehr gut überein. Das Skalenoeder $H = +\frac{18}{5}R\frac{5}{3}$ ist noch nicht am Eisenglanze beobachtet worden. Es wurde gemessen:

	$U =$ 83° 24	$Y =$ 20 36
	83° 36½	20 41
		23 43
Mittel	83° 30	21° 40
berechnet:	83° 24	21° 44

Das negative Skalenoeder *M* ist sehr glatt und glänzend. Die Messungen der Winkel stimmen jedoch, da die Flächen sehr klein sind, mit den aus dem Zeichen $-\frac{\frac{7}{6}P\frac{3}{2}}{2} = -\frac{7}{18}R3 = \varkappa\,(7.\,14.\,\bar{2}\bar{1}.\,18)$ nur theilweise genügend überein. Auch die Form $-\frac{7}{18}R3$ ist für den Eisenglanz neu.

Beobachtet:	$U =$ 58° 6	$Y =$ 32° 53	$X =$ 64° 18	$S =$ 65° 46′
	58 9	33 5½	66 47½	66° 25
	58° 11			
	58° 17½			
Mittel	58° 11	32 59	65 33	66 5
Berechnet:	58 15	32 18	67 42	65 39

S bedeutet hier den Winkel, welchen die Fläche *M* mit der anliegenden Fläche *F* einschliesst, also den Winkel $(7.\,14.\,\bar{2}\bar{1}.\,18,\ 9.\,5.\,\bar{1}\bar{4}.\,13)$.

5. Typus.

4—5 mm breite Krystalle, vereinzelt neben zahlreichen Adularkryställchen, auch gruppenweise auf einem Quarzkrystall und mehrfach unregelmässig verwachsen. Er zeigt die Flächen $c = oR = (0001)$, $n = \frac{4}{3}P2 = (22\bar{4}3)$, $r = + R = (10\bar{1}1)$, $e = - \frac{1}{2}R = (01\bar{1}2)$ und $\nu = - \frac{9}{2}R\ (09\bar{9}2)$ in Combination mit 3 positiven Skalenoedern K, J und τ und einem negativen σ. Durch Vorwalten der Basis sind sie flach tafelförmig (Figur 5).

Die Basis ist stark glänzend, nur im centralen Theile durch rosettenförmig gestellte Eisenglanzblättchen höckerig-rauh; am Rande glatt, abgesehen von einer nach der Mitte hin an Deutlichkeit abnehmenden Streifung, welche durch oscillatorische Combination mit dem Rhomboeder $e = - \frac{1}{2}R$ hervorgerufen wird.

Die Pyramide $n = \frac{4}{3}P2$ ist nächst der Basis am grössten entwickelt; sie ist gleichfalls stark glänzend; in horizontaler Richtung ist sie durch kleine, deutlich erkennbare Unebenheiten etwas gekrümmt. Der Winkel U zur Basis wurde gefunden = 61° 12½ und 61° 13½, nahezu übereinstimmend mit dem berechneten Werthe 61° 7′; der Polkantenwinkel X betrug 51° 52 und 52° 10½′, im Mittel 52° 1′ statt des berechneten 51° 56′.

Unter den Rhomboedern ist $r = + R$ vorherrschend; nur ganz klein ausgebildet sind die negativen Rhomboeder $e = - \frac{1}{2}R$ und das für den Eisenglanz neue $\nu = - \frac{9}{2}R$. Die Flächen von r sind eben und sehr glänzend, die von e und ν uneben und weniger glänzend als r. Die Messungen der Winkel U zur Basis betrugen:

	für $r = +R$	für $e = -\frac{1}{2}R$	für $\nu = -\frac{9}{2}R$
	57° 16′	39° 10′	82° 9′
	57° 16′	37° 37′	81° 43′
Mittel	57° 16′	38° 23′	81° 56′
statt der berechneten Werthe	57° 31	38° 7′	81° 57′

Von den positiven Skalenoedern besitzen die unmittelbar übereinander liegenden K und J ein nahezu gleiches Verhältniss der Nebenaxen, daher ihre Combinationskante, welche jedoch in Folge starker vertikaler Krümmung der Flächen nicht scharf hervortritt, mit der Combinationskante des flacheren K mit der Basis nicht stark convergirt*). Auch in horizontaler Richtung zeigen die Flächen eine beträchtliche Krümmung. Die Messungen der Winkel für J waren trotzdem so übereinstimmend, dass aus ihnen für J das Zeichen $+ \frac{\frac{22}{19}P\frac{11}{7}}{2} = + \frac{6}{19}R\frac{11}{3} = \varkappa\ (14 . 8 . \overline{22} . 38)$ mit Sicherheit folgt. Die beobachteten und berechneten Winkel für J sind folgende:

---

*) Auf der Figur tritt diese Convergenz deutlicher hervor, da die Flächen K und J im Vergleich zu n etwas grösser gezeichnet sind, als sie es in Wirklichkeit sind.

Beobachtet:	$U = 56^\circ\ 28'$	$Y = 34\ 53$	$W = 8^\circ\ 13$	$\dot{V} = 16^\circ\ 47\frac{1}{2}$
	57 33½	34 58½	8° 14	17 22½
	58 1½	36 7	8° 21	17 36
	58 7½		8° 23	17 37
	58 23		8° 30	18 6½
			8° 34	18 30
			8° 43	
Mittel	57° 43′	35° 20′	8° 25	17° 40′
Berechnet:	57° 54′	35° 26′	8° 21½	17° 46′

W bezeichnet den Winkel zwischen *J* und der anliegenden Fläche *n*.

Die für *K* beobachteten Winkel stimmen nur annähernd mit den aus dem Zeichen $+\frac{\frac{24}{25}P\frac{3}{2}}{2} = +\frac{8}{25}R3 = \varkappa$ (16. 8. $\overline{24}$. 25) berechneten überein. Ausser diesem Zeichen könnte für *K* nur noch das einfachere $+\frac{P\frac{3}{2}}{2} = +\frac{1}{3}R3 = \varkappa$ (21$\overline{3}$3) in Betracht kommen; indessen zeigt der aus letzterem Zeichen berechnete Winkel *U* (= 54° 10′) eine so erhebliche Abweichung von den im Ganzen recht gut übereinstimmenden Messungen von *U*, dass man für *K* das erstgenannte Zeichen beibehalten muss, zumal der aus diesem berechnete Winkel *U* sehr gut mit den Messungen übereinstimmt. Der Umstand, dass der berechnete Polkantenwinkel von den beobachteten Werthen mehr abweicht, kann nicht entscheidend sein, da wegen der starken horizontalen Krümmung der Flächen die Messungen selbst grossen Schwankungen unterworfen sind; übrigens zeigt auch der für den Winkel *S* zwischen der Fläche *K* und der anliegenden Fläche *J* berechnete Werth genügende Uebereinstimmung mit dem Mittel aus den beobachteten Werthen. Die für *K* beobachteten und aus dem Zeichen $+\frac{8}{25}R3$ berechneten Winkel sind folgende:

Beobachtet:	$U = 52^\circ\ 35$	$Y = 30\ 40$	$S = 3^\circ\ 53$
	52 54	30 45	4 55
	53 6	31 3	5 7
	53 7½	31 21	5 17
	53 11	32 23	5 23
Mittel	52 58½	31 16	4° 55
Berechnet:	53 3	30 17	4° 47

Das positive Skalenoeder τ wird erst bei genauer Betrachtung der Flächen von $r = +R$ sichtbar. Seine Flächen sind nur wenig gegen die Rhomboederfläche geneigt; sie sind vollkommen eben und glänzend und gestatteten deshalb sehr genaue Messungen, aus denen für τ das Zeichen $+\frac{P\frac{73}{72}}{2} = +\frac{71}{73}R\frac{73}{71} = \varkappa$ (72. 1. $\overline{73}$. 73) folgt. Der Winkel *U* wurde =

$57^0\ 16'$ statt des berechneten $57^0\ 20'$, der Winkel $Y = 1^0\ 7\frac{1}{2}$ statt des berechneten $1^0\ 10'$ gefunden.

Die drei positiven Skalenoeder J, K und τ sind noch nicht am Eisenglanze beobachtet worden.

Das negative Skalenoeder σ tritt nicht regelmässig mit beiden Flächen auf; es wird in den meisten Fällen nur auf der einen Seite der beiden negativen Rhomboeder beobachtet. Auch hier gestattete die unebene Beschaffenheit der Flächen keine genaue Messung; doch konnte festgestellt werden, dass σ mit dem positiven Skalenoeder K und der Basis eine Zone bildet und ihm folglich das gleiche Verhältniss der Nebenaxen zukommt wie jenem. Es wurden folgende Winkel beobachtet:

$U =$	$54^0\ 8$	$Y = 32^0\ 40$ app.	$W = 9^0\ 18\frac{1}{2}$
	$54\ 52$		$9\ 29$
	$54\ 54$		$10\ 25\frac{1}{2}$
	$54\ 57$		
Mittel	$54\ 43'$		$9^0\ 44'$

W bedeutet hier wieder den Winkel von σ mit der anliegenden Fläche n. Die gefundenen Winkel gestatten am besten einen Vergleich mit den aus dem Zeichen $-\frac{P\frac{3}{2}}{2} = -\frac{1}{2}R3 = \varkappa\ (21\bar{3}3)$ berechneten Winkeln $U = 54^0\ 10'$. $Y = 30^0\ 46'$, $W = 11^0\ 32'$. Da durch die Zone das Verhältniss der Nebenaxen sich $= \frac{1}{2}$ ergeben hat, und bei der Aufsuchung des Zeichens für σ demnach der Winkel zur Basis hauptsächlich in Betracht kommt, und da ferner unter allen Skalenoedern mit dem gleichen Verhältnisse der Nebenaxen und mit einem einfachen Verhältnisse der Nebenaxen zur Hauptaxe allein das Skalenoeder $-\frac{1}{2}R3$ für den Winkel zur Basis einen Werth besitzt, welcher innerhalb der an σ beobachteten Werthe für U liegt, so dürfte wohl σ das Zeichen $-\frac{1}{2}R3$ besitzen. Das Skalenoeder $-\frac{1}{2}R3$ ist noch nicht am Eisenglanze beobachtet worden.

6. Typus.

Ein loser 11 mm breiter und 3 mm dicker Krystall, vom Habitus der bekannten Eisenrosen. Er besitzt neben den vorwiegenden Flächen $c = oR = (0001)$ und $n = \frac{4}{3}P2 = (22\bar{4}3)$ noch eine flache Pyramide 2. Ordnung $\varkappa$, die Rhomboeder $r = +R\ (10\bar{1}1)$, ω, W, ein ganz flaches nicht näher bestimmbares positives Rhomboeder, ein negatives Skalenoeder P und eine schmale Fläche ψ zwischen den Pyramiden $\varkappa$ und n (vgl. Figur 6). Der Krystall besteht aus einer Anzahl nahezu parallel verwachsener dünntafelartiger Lamellen, von denen jede für sich ausgebildete Seitenflächen besitzt.

Die Basis ist bei weitem vorwaltend; sie ist bis auf die durch die aufgewachsenen Krystalllamellen verursachten Unebenheiten glatt und glänzend. Ausser der Pyramide $n = \frac{4}{3}P2$, deren Winkel zur Basis $U = 61^\circ 7'$, $61^\circ 0'$, $60^\circ 47'$ (im Mittel $60^\circ 58$ statt des berechneten $61^\circ 7\frac{1}{2}$) und deren Polkantenwinkel $X = 51^\circ 20$ (statt des berechneten $51^\circ 56'$) gefunden wurde, tritt noch untergeordnet auf die für den Eisenglanz neue Pyramide $x = \frac{1}{5}P2 = (1.1.\bar{2}.10)$, deren Winkel zur Basis nach der Beobachtung $15^\circ 3'$ (= Mittel aus den Messungen $14^\circ 4\frac{1}{2}$, $14^\circ 34'$, $15^\circ \frac{1}{2}'$, $15^\circ 13'$, $15^\circ 25'$, $16^\circ 3'$), nach der Berechnung $15^\circ 13'$ beträgt.

Das Rhomboeder $r = +R = (10\bar{1}1)$ ist als Abstumpfung der Polkanten von n vorhanden und verhältnissmässig gross entwickelt. Sehr klein sind dagegen die Rhomboeder ω und W. Für ω wurde der Winkel zur Basis $U = 15^\circ 22$ app. bestimmt; da der für das einfache Rhomboeder $\frac{1}{5}R$ berechnete Winkel $U\,17^\circ 26'$, der für $\frac{1}{6}R$ aber $14^\circ 40'$ beträgt, und von letzterem Werthe die approximative Messung nicht sehr abweicht, so dürfte dem Rhomboeder ω wohl das Zeichen $+\frac{1}{6}R = (10\bar{1}6)$ zukommen. Diese Form ist noch nicht am Eisenglanze beobachtet worden. Der Winkel von W zur Basis wurde $= 84^\circ 33'$ gemessen, welcher Werth mit dem für $-7R$ berechneten $84^\circ 48'$ ziemlich gut übereinstimmt. Es ist daher $W = -7R = (07\bar{7}1)$ anzunehmen, eine für den Eisenglanz neue Form.

Das Skalenoeder P besitzt sehr kleine, aber ebene und glänzende Flächen. Es ist das von Strüver zuerst an Krystallen von Traversella beobachtete, auch an den oben erwähnten Krystallen vom 3. Typus vorhandene Skalenoeder $-\frac{\frac{4}{7}P\frac{3}{2}}{2} = -\frac{2}{7}R3 = x\ (24\bar{6}7)$. Die gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

Beobachtet:	$U = 49^\circ 55'$	$Y = 28^\circ 59$
	$49^\circ 59'$	$29\ \ 5$
		$29\ \ 9$
Mittel	$49^\circ 57'$	$29^\circ 4'$
Berechnet:	$49^\circ 53'$	$28^\circ 58'$

Zwischen den Pyramiden n und x liegt noch die Fläche ψ, welche fast stets stark gekrümmt ist. Sie scheint in der Zone mit n, x und der Basis zu liegen, und in diesem Falle wäre sie eine Pyramide 2. Ordnung mit dem Zeichen $\frac{6}{7}P2 = (33\bar{6}7)$. Doch bei näherer Betrachtung convergiren ihre Combinationskanten mit n mit den Combinationskanten von x mit c; es würde demnach ψ einem Skalenoeder entsprechen, welches gleiche Hauptaxe wie $\frac{6}{7}P2$ besässe, und dessen Verhältniss der Nebenaxen sehr nahe dem Werthe 2 stände, also etwa dem Skalenoeder $-\frac{\frac{6}{7}P\frac{49}{25}}{2}$ oder auch wohl $-\frac{1}{57}R49 = x\ (24.\ 25.\ \bar{49}.\ 57)$. Die beobachteten Winkel sind folgende:

	$U = 48^0\ 52$	$Y = 43^0\ 34'$	$S = 7^0\ 4'$
	$49^0\ 1$	$43^0\ 49'$	$7^0\ 13'$
	$49\ 40$		$7^0\ 25$
	$50\ 18\frac{1}{2}$		$7^0\ 37\frac{1}{2}$
	$50\ 41\frac{1}{2}$		
Mittel	$49^0\ 31'$	$43^0\ 41$	$7^0\ 20'$

S bedeutet den Winkel, welcher ψ mit der anliegenden Fläche von *P* bildet. Aus dem Zeichen $\frac{8}{7}P2$ resp. $-\frac{\frac{8}{7}P\frac{49}{26}}{2}$ berechnen sich für *U*, *Y* und *S* folgende Werthe:

	$49^0\ 22$	$44\ 36$	$8^0\ 19'$
resp.	$49^0\ 27$	$43^0\ 40$	$7^0\ 48'$

Es wäre demnach ψ wohl als ein Skalenoeder zu deuten, welchem das Zeichen $-\frac{\frac{6}{7}P\frac{49}{25}}{2}$ oder auch wohl $-\frac{1}{57}R\,49$ zukommt. Ein Skalenoeder mit einem der Zahl 2 so naheliegenden Verhältnisse der Nebenaxen ist noch nicht am Eisenglanze beobachtet worden.

7. Typus.

Auf Gneiss aufgewachsene Krystalle, bis zu 12^{mm} breit und 8^{mm} dick, vom Habitus der Eisenrosen. Sie zeigen entweder nur die Flächen $c = oR = (0001)$ und $n = \frac{4}{3}P2 = (22\bar{4}3)$, oder die Combination dieser Flächen mit $r = +R = (10\bar{1}1)$, $\varkappa = \frac{1}{5}P2 = (1.1.\bar{2}.10)$, $\pi = \frac{2}{3}P2 = (11\bar{2}3)$ und einem nicht messbaren Skalenoeder, oder auch wohl die Combination der Flächen $c = oR$, $n = \frac{4}{3}P2$ mit $\pi = \frac{2}{3}P2$, einer Pyramide 2. Ordnung, deren Winkel zur Basis nach einer einmaligen approximativen Messung ($= 51^0\ 39'$) um 2^0 von dem für *P*2 berechneten Winkel $53^0 48'$ abweicht, und mit zwei nicht näher bestimmbaren Skalenoedern, einem positiven und einem negativen. Bei beiden letzteren Ausbildungen erscheinen die Krystalle durch Vorherrschen der Basis immer flach tafelförmig, nur bei ersterer werden sie durch grössere Entwicklung von $n = \frac{4}{3}P2$ auch pyramidal.

Die Basis ist eben und durch oscillatorische Combination mit $r = +R$ gestreift, oder nur am Rande eben und nach der Mitte hin rauh durch kleine ein- und aufgewachsene Rutilkrystalle in regelmässiger Stellung oder durch äusserst kleine zum Theil rosettenförmig gestellte Eisenglanzblättchen.

Die Flächen der Pyramide *n* sind an den flächenreicheren Krystallen glatt und glänzend, an den einfacher ausgebildeten rauh durch kleine unregelmässige Vertiefungen. Die auch an Krystallen vom 6. Typus beobachtete für den Eisenglanz neue Pyramide $\varkappa = \frac{1}{5}P2 = (1.1.\bar{2}.10)$, sowie die schon bekannte $\pi = \frac{2}{3}P2$ treten ganz untergeordnet auf und gehen durch

allmähliche Krümmung in einander über. Die beobachteten und berechneten Winkel zur Basis sind folgende:

	für $x : U =$	für $\pi : U =$
Beobachtet	14° 58′	42 18½
	15 52′	42 39
Mittel	15° 25	42 29
Berechnet:	15° 13	42 12.

II. Regelmässige Verwachsung von Magneteisen mit Eisenglanz.

An einer im Besitz des Herrn Seligmann befindlichen Stufe von der Alp Lercheltini im Binnenthal befindet sich auf Gneiss aufgewachsen, neben einem grossen Rutilkrystall, ein etwa 8mm breiter und 4mm dicker Eisenglanzkrystall, aus dessen Basis ein 5mm breites stark glänzendes Oktaeder von Magneteisen hervorragt. Herr Seligmann hatte diese Verwachsung schon bemerkt, aber als fraglich hingestellt, ob dieselbe eine regelmässige sei. Die Untersuchung bestätigte seine Vermuthung. Die aus dem Eisenglanzkrystall hervortretende Fläche des Oktaeders ist vollkommen parallel der Basis des Eisenglanzes, welcher die oben unter I. Typus 1. beschriebene Ausbildung besitzt (vgl. Fig. 8, welche die gerade Projection auf *oR* darstellt). Um weitere Beziehungen zwischen den beiden verwachsenen Krystallen zu finden, wurden, da die unebene Beschaffenheit der Flächen des Eisenglanzes keine genauen Messungen mit dem Goniometer gestattet hätten, unter dem Mikroskop die ebenen Winkel gemessen, welche die Kanten x und y des Oktaeders mit den Kanten X resp. Y des Eisenglanzes einschliessen. Es ergab sich als Mittel aus mehreren Messungen für den Winkel $(x X) = (y Y)$ beide mal der Werth 10½° (statt des berechneten 10° 54′), woraus hervorgeht, dass die Kante x den ebenen Winkel zwischen Y und Z halbirt, mithin die Oktaederkanten parallel den Zwischenaxen des Eisenglanzes sind, wie man auch aus der Gesetzmässigkeit der Verwachsung des Rutils sowohl mit Eisenglanz als mit Magneteisen hätte vermuthen können. Die von Herrn Seligmann aufgestellten Beziehungen zwischen den Verwachsungen der drei Mineralien Eisenglanz, Rutil und Magneteisen (diese Zeitschrift Bd. I. pag. 341) lassen sich nunmehr in folgender Weise erweitern:

Verwachsung des Rutil mit Eisenglanz	Verwachsung des Magneteisen mit Eisenglanz	Verwachsung des Rutil mit Magneteisen
1. $\infty P \infty$ (100) und *oR* (0001) spiegeln ein.	1. Die bei rhomboedrischer Stellung als Basis erscheinende Fläche von *O* (111) und *oR* (0001) spiegeln ein.	1. $\infty P \infty$ (100) und die als Basis erscheinende Fläche von *O* (111) spiegeln ein.
2. Die vertikalen Combinationskanten des Rutil sind parallel den drei Zwischenaxen des Eisenglanzes.	2. Die Kanten der als Basis erscheinenden Oktaederfläche sind parallel den drei Zwischenaxen des Eisenglanzes.	2. Die verticalen Combinationskanten des Rutil sind parallel den Kanten der als Basis erscheinenden Oktaederfläche.

Die Verwachsung des Magneteisens mit Eisenglanz ist zugleich geeignet, die auffallende Erscheinung, dass bei der Verwachsung von Rutil mit Magneteisen sämmtliche Rutilkrystalle nur zu der vorherrschenden Oktaederfläche gesetzmässig angeordnet sind, zu erklären. Es liegt nämlich nahe, bei letzterer Verwachsung einen, möglicherweise auch später wieder weggeführten, Kern (etwa nur ein dünnes Blättchen) von Eisenglanz vorauszusetzen, nach welchem eine Verwachsung von Magneteisen und Rutil gleichzeitig stattfand; die Verwachsung von Rutil mit Magneteisen kann alsdann natürlich nur auf der der Basis des Eisenglanzes parallelen Oktaederfläche als eine gesetzmässige hervortreten.

III. Titaneisen.

Bekanntlich ist von Kokscharow an Titaneisenkrystallen aus dem Ilmengebirge bei Miask eine tetartoedrische Ausbildung beobachtet worden. Da es indessen sehr auffällig erscheint, dass an dem isomorphen Eisenglanze noch nie eine derartige Ausbildung aufgefunden worden ist, so nehmen Manche an, dass die von Kokscharow beschriebene tetartoedrische Ausbildung des Titaneisens nur auf einer unvollkommenen Entwickelung der Flächen beruhe, zumal dieselbe bis jetzt nur von dem Ilmenite von Miask bekannt geworden ist. Der Titaneisenkrystall von der Alp Lercheltini, welcher sich im Besitze des Herrn Seligmann befindet, von dem Eisenglanze durch seine dunklere Farbe und weniger starken Glanz unterschieden, zeigt nun ebenfalls auf das Deutlichste eine Ausbildung nach den Gesetzen der rhomboedrischen Tetartoedrie.

Der etwa 6^{mm} breite und 3^{mm} dicke Krystall ist mit einem Quarzkrystall, den er zum Theil umschliesst, aufgewachsen auf Gneiss. Er ist ein Zwillingskrystall nach der Basis oR (0001); Die an ihm vorhandenen Flächen sind $c = oR$ (0001), $a = \infty P2$ $(11\bar{2}0)$, $Z = +\frac{2}{5}R$ $(20\bar{2}5)$, $r = +R$ $(10\bar{1}0)$, $e = -\frac{1}{2}R$ $(01\bar{1}2)$, $s = -2R$ $(02\bar{2}1)$, $n = \frac{\frac{4}{3}P2}{4}\frac{l}{r} = \pi\varkappa''$ $(4\bar{2}\bar{2}3)$, $n' = \frac{\frac{4}{3}P2}{4}\frac{r}{l} = \pi\varkappa''$ $(22\bar{4}3)$, $T = \frac{\frac{2}{3}P2}{4}\frac{l}{r} = \pi\varkappa''$ $(2\bar{1}\bar{1}5)$, $q = \frac{\frac{1}{3}P2}{4}\frac{l}{r} = \pi\varkappa''$ $(2\bar{1}\bar{1}6)$ und ein nicht genau bestimmbares Rhomboeder 3. Ordnung $R = -\frac{mPn}{4}\frac{r}{l}$ (vgl. Figur 7). Der Krystall ist durch Vorherrschen der Basis flach tafelartig und besitzt durch abwechselnde grössere Entwickelung je zweier übereinander liegender Flächen einen trigonalen Habitus.

Die Basis ist etwas gewölbt und zeigt einzelne unregelmässige Vertiefungen; sie ist durch oscillatorische Combination mit $e = -\frac{1}{2}R$ $(01\bar{1}2)$ sehr deutlich gestreift, und nicht vollkommen glänzend.

Das Prisma $a = \infty P2$ $(11\bar{2}0)$ ist sehr schmal; seine Flächen sind gleichfalls matt.

Die Rhomboeder erster Ordnung treten nur untergeordnet auf. Stark glänzend sind nur die Flächen von $r = +R$ $(10\bar{1}1)$, die der andern Rhomboeder sind matt und ergeben daher ihre Winkelmessungen nur angenäherte Werthe. Für s bestimmt sich aus der Zone $s\,n'\,r = (s, 22\bar{4}3, 10\bar{1}1)$ das Zeichen $-2R$ $(02\bar{2}1)$. Die beobachteten und berechneten Werthe der Winkel zur Basis sind folgende:

für $Z = (20\bar{2}5)$	für $r = (10\bar{1}1)$	für $e = (01\bar{1}2)$	für $s = (02\bar{2}1)$
beob.: 31° 28′	beob.: 57° 41′	beob.: 37° 5′	beob.: 73° 35′
ber.: 32° 36′	58° 58′	39° 55′	73° 52′
	58° 20′		73° 53′
	57° 1′		
	Mittel 58° 0′	Mittel 38° 30′	Mittel 73° 47′
	ber.: 57° 58′	ber.: 38° 38′	ber.: 72° 38′

Die Rhomboeder 2. Ordnung n und n' sind beide gross ausgebildet. Ihre Flächen unterscheiden sich durch eine ganz verschiedene Beschaffenheit; während n' vollkommen glatt ist, ist n ganz fein granulirt. Diese Verschiedenheit lässt die Zwillingsnähte auf den Flächen n und n' sehr deutlich hervortreten; auf der Fläche n des einen Krystalls beobachtet man nemlich fast regelmässig die Fläche n' des andern, meist aber nur ganz schmal im Vergleich zu der ersteren (vgl. Figur 7). Die Kante zwischen Basis und n ist durch die beiden Rhomboeder T und q schmal abgestumpft. Beide Rhomboeder sind in vertikaler Richtung sehr gerundet; es waren daher nur annähernde Winkelmessungen möglich. Aus diesen folgt mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit, dass T dem Zeichen $\frac{\frac{4}{5}P2}{4}\,\frac{l}{r} = \pi\varkappa''\,(2\bar{1}\bar{1}5)$, q dem Zeichen $\frac{\frac{1}{3}P2}{4}\,\frac{l}{r} = \pi\varkappa''\,(2\bar{1}\bar{1}6)$ entspricht. Beide Formen sind am Titaneisen noch nicht beobachtet worden. Die gemessenen und berechneten Werthe der Winkel zur Basis sind

für n und n':	für T:	für q:
beob.: 61° 20′	beob.: 29° 32′	beob.: 24° 18′
61° 45′	29° 32′	23° 42′
62° 48′	29° 1′	24° 33′
61° 8′		
Mittel 61° 45′	Mittel 29° 22′	Mittel 24° 11′
ber.: 61° 33′	ber.: 28° 59′	ber.: 24° 48′

Das Rhomboeder 3. Ordnung R wurde nur an zwei Kanten beobachtet; es besitzt ganz kleine granulirte Flächen, welche nur ganz approximative Messungen zuliessen; der Winkel zur Basis beträgt etwa 53°, der zu der anliegenden Fläche n resp. n' 9—12°.

Die bisher am Eisenglanz und Titaneisen beobachteten Formen, welche Strüver in seinen »Studi cristallografici intorno alla Ematite di Traversella, Torino 1872« zusammengestellt hat, sind in folgender Tabelle noch einmal aufgeführt. Es wurde die Bravais'sche Bezeichnungsweise benutzt und die von Hessenberg (Mineralogische Notizen 3. 1864. S. 6 pp.) den einzelnen Flächen beigelegten Buchstaben hinzugefügt. Die mit einem Stern * bezeichneten Formen kommen am Eisenglanze und am Titaneisen vor, die mit zwei Sternen ** bezeichneten gehören letzterem ausschliesslich an. Die letzte Columne enthält die Namen derjenigen Autoren, welche die einzelnen Flächen zuerst am Eisenglanze beobachtet haben.

1.	*$c = (0001)$ [Hess. o],	oR	oP	Romé de l'Isle
2.	*$b = (10\bar{1}0)$	∞R	∞P	id.
3.	*$a = (11\bar{2}0)$	$\infty P2$	$\infty P2$	id.
4.	$h = (41\bar{5}0)$	$\infty R\frac{5}{3}$	$\infty P\frac{5}{4}$	Lévy
5.	$\delta = (21\bar{3}0)$	$\infty R3$	$\infty P\frac{3}{2}$	Hessenberg
6.	**$(71\bar{8}0)$	$\infty R\frac{4}{3}$	$\infty P\frac{8}{7}$	
7.	$m = (40\bar{4}1)$	$4R$	$\frac{4P}{2}$	Lévy
8.	**$(70\bar{7}2)$	$\frac{7}{2}R$	$\frac{\frac{7}{2}P}{2}$	
9.	$l = (50\bar{5}2)$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{\frac{5}{2}P}{2}$	Dufrénoy
10.	*$r = (10\bar{1}1)$	R	$\frac{P}{2}$	Steno
11.	$\varphi = (50\bar{5}8)$	$\frac{5}{8}R$	$\frac{\frac{5}{8}P}{2}$	Lévy
12.	$(30\bar{3}5)$	$\frac{3}{5}R$	$\frac{\frac{3}{5}P}{2}$	Naumann
13.	$(7.0.\bar{7}.12)$	$\frac{7}{12}R$	$\frac{\frac{7}{12}P}{2}$	Hessenberg
14.	$(40\bar{4}7)$	$\frac{4}{7}R$	$\frac{\frac{4}{7}P}{2}$	Naumann
15.	*$d = (10\bar{1}2)$	$\frac{1}{2}R$	$\frac{\frac{1}{2}P}{2}$	Dufrénoy
16.	*$(20\bar{2}5)$	$\frac{2}{5}R$	$\frac{\frac{2}{5}P}{2}$	Breithaupt
17.	**$(10\bar{1}3)$	$\frac{1}{3}R$	$\frac{\frac{1}{3}P}{2}$	
18.	*$u = (10\bar{1}4)$	$\frac{1}{4}R$	$\frac{\frac{1}{4}P}{2}$	Steno
19.	$\vartheta = (10\bar{1}9)$	$\frac{1}{9}R$	$\frac{\frac{1}{9}P}{2}$	Hessenberg

20.	$\lambda = (1.0.\bar{1}.16)$	$\frac{1}{16}R$	$\frac{\frac{1}{16}P}{2}$	Haidinger (Mohs)
21.	$\alpha = (0.1.\bar{1}.23)$	$-\frac{1}{23}R$	$-\frac{\frac{1}{23}P}{2}$	Hessenberg
22.	$y = (01\bar{1}8)$	$-\frac{1}{8}R$	$-\frac{\frac{1}{8}P}{2}$	Steno
23.	$(0.2.\bar{2}.13)$	$-\frac{2}{13}R$	$-\frac{\frac{2}{13}P}{2}$	Dufrénoy
24.	$(01\bar{1}6)$	$-\frac{1}{6}R$	$-\frac{\frac{1}{6}P}{2}$	Dana
25.	$\zeta = (0.5.\bar{5}.26)$	$-\frac{5}{26}R$	$-\frac{\frac{5}{26}P}{2}$	Hessenberg
26.	$\bar{\mu} = (01\bar{1}5)$	$-\frac{1}{5}R$	$-\frac{\frac{1}{5}P}{2}$	Lévy
27.	$o = (01\bar{1}4)$ [Hess. c]	$-\frac{1}{4}R$	$-\frac{\frac{1}{4}P}{2}$	Miller
28.	$\gamma = (02\bar{2}7)$	$-\frac{2}{7}R$	$-\frac{\frac{2}{7}P}{2}$	Lévy
29.	$^{*}e = (01\bar{1}2)$	$-\frac{1}{2}R$	$-\frac{\frac{1}{2}P}{2}$	Haidinger (Mohs)
30.	$\varrho = (05\bar{5}7)$	$-\frac{5}{7}R$	$-\frac{\frac{5}{7}P}{2}$	Hessenberg
31.	$(04\bar{4}5)$	$-\frac{4}{5}R$	$-\frac{\frac{4}{5}P}{2}$	Breithaupt
32.	$^{*}\eta = (01\bar{1}1)$	$-R$	$-\frac{P}{2}$	Hauy
33.	$(05\bar{5}4)$	$-\frac{5}{4}R$	$-\frac{\frac{5}{4}P}{2}$	Dana
34.	♃ $= (03\bar{3}2)$	$-\frac{3}{2}R$	$-\frac{\frac{3}{2}P}{2}$	Hausmann
35.	$^{*}s = (02\bar{2}1)$	$-2R$	$-\frac{2P}{2}$	Romé de l'Isle
36.	$^{**}(07\bar{7}2)$	$-\frac{7}{2}R$	$-\frac{\frac{7}{2}P}{2}$	
37.	$p = (05\bar{5}1)$	$-5R$	$-\frac{5P}{2}$	Miller
38.	$^{**}(9.9.\overline{18}.2)$	$9P2$	$9P2$	
39.	$^{**}(8.8.\overline{16}.2)$	$8P2$	$8P2$	
40.	$^{**}(8.8.\overline{16}.3)$	$\frac{16}{3}P2$	$\frac{16}{3}P2$	
41.	$^{**}(7.7.\overline{14}.3)$	$\frac{14}{3}P2$	$\frac{14}{3}P2$	
42.	$^{*}z = (22\bar{4}1)$	$4P2$	$4P2$	Hauy
43.	$x = (5.5.\overline{10}.3)$	$\frac{10}{3}P2$	$\frac{10}{3}P2$	Miller

44.	$(33\bar{6}2)$	$3P2$	$3P2$	Breithaupt
45.	*$(44\bar{8}3)$	$\frac{8}{3}P2$	$\frac{8}{3}P2$	id.
46.	**$(7.7.\overline{14}.6)$	$\frac{7}{3}P2$	$\frac{7}{3}P2$	
47.	**$(11\bar{2}1)$	$2P2$	$2P2$	
48.	**$(7.7.\overline{14}.9)$	$\frac{14}{9}P2$	$\frac{14}{9}P2$	
49.	*$n = (22\bar{4}3)$	$\frac{4}{3}P2$	$\frac{4}{3}P2$	Steno
50.	$(11\bar{2}2)$	$P2$	$P2$	Dufrénoy
51.	$(22\bar{4}5)$	$\frac{4}{5}P2$	$\frac{4}{5}P2$	Hausmann
52.	*$\pi = (11\bar{2}3)$	$\frac{2}{3}P2$	$\frac{2}{3}P2$	Lévy
53.	$q = (11\bar{2}6)$	$\frac{1}{3}P2$	$\frac{1}{3}P2$	id.
54.	$(29.4.\overline{33}.31)$	$\frac{25}{31}R\frac{33}{25}$	$\frac{\frac{33}{31}P\frac{33}{29}}{2}$	Strüver
55.	$(72\bar{9}8)$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}$	$\frac{\frac{9}{8}P\frac{9}{7}}{2}$	*id.
56.	$(52\bar{7}6)$	$\frac{1}{2}R\frac{7}{3}$	$\frac{\frac{7}{6}P\frac{7}{5}}{2}$	Hauy
57.	*$i = (42\bar{6}5)$	$\frac{2}{5}R3$	$\frac{\frac{6}{5}P\frac{3}{2}}{2}$	Lévy
58.	*$g = (32\bar{5}4)$	$\frac{1}{4}R5$	$\frac{\frac{5}{4}P\frac{5}{3}}{2}$	Hauy
59.	$t = (21\bar{3}4)$	$\frac{1}{4}R3$	$\frac{\frac{3}{4}P\frac{3}{2}}{2}$	Lévy
60.	$k = (21\bar{3}1)$	$R3$	$\frac{3P\frac{3}{2}}{2}$	id.
61.	*$(6.4.\overline{10}.5)$	$\frac{2}{5}R5$	$\frac{2P\frac{5}{3}}{2}$	Strüver
62.	$f = (62\bar{8}1)$	$4R2$	$\frac{8P\frac{4}{3}}{2}$	Hessenberg
63.	$w = (51\bar{6}1)$	$4R\frac{3}{2}$	$\frac{6P\frac{6}{5}}{2}$	id.
64.	$v = (15.7.\overline{22}.2)$	$4R\frac{11}{4}$	$\frac{11P\frac{22}{15}}{2}$	id.
65.	$\varepsilon = (3.1.\bar{4}.32)$	$\frac{1}{16}R2$	$\frac{\frac{1}{8}P\frac{4}{3}}{2}$	id.
66.	$(34\bar{7}5)$	$-\frac{1}{5}R7$	$-\frac{\frac{7}{5}P\frac{7}{4}}{2}$	Strüver
67.	$(4.6.\overline{10}.7)$	$-\frac{2}{7}R5$	$-\frac{\frac{10}{7}P\frac{5}{3}}{2}$	id.
68.	$\chi = (12\bar{3}2)$	$-\frac{1}{2}R3$	$-\frac{\frac{3}{2}P\frac{3}{2}}{2}$	Miller
69.	$(12\bar{3}5)$	$-\frac{1}{5}R3$	$-\frac{\frac{3}{5}P\frac{3}{2}}{2}$	Kokscharow

70.	$P = (24\bar{6}7)$	$-\frac{2}{7}R3$	$-\frac{\frac{6}{7}P\frac{3}{2}}{2}$	Strüver
71.	$(7.14.\overline{21}.20)$	$-\frac{7}{20}R3$	$-\frac{\frac{21}{20}P\frac{3}{2}}{2}$	id.
72.	$\beta = (24\bar{6}1)$	$-2R3$	$-\frac{6P\frac{3}{2}}{2}$	Lévy
73.	$\xi = (23\bar{5}2)$	$-\frac{1}{2}R5$	$-\frac{\frac{5}{2}P\frac{5}{3}}{2}$	Miller
74.	$(6.8.\overline{14}.13)$	$-\frac{2}{13}R7$	$-\frac{\frac{14}{13}P\frac{7}{4}}{2}$	Strüver
75.	$^{**}(2.8.\overline{10}.9)$	$-\frac{2}{3}R\frac{5}{3}$	$-\frac{\frac{10}{9}P\frac{5}{4}}{2}$	
76.	$(1.10.\overline{11}.3)$	$-3R\frac{11}{9}$	$-\frac{\frac{11}{3}P\frac{11}{10}}{2}$	Strüver
77.	$(12\bar{3}8)$	$-\frac{1}{8}R3$	$-\frac{\frac{3}{8}P\frac{3}{2}}{2}$	Breithaupt
78.	$(25\bar{7}6)$	$-\frac{1}{2}R\frac{7}{3}$	$-\frac{\frac{7}{6}P\frac{7}{5}}{2}$	Breithaupt (Naumann)

An dem in vorliegender Arbeit beschriebenen Eisenglanz und Titaneisen wurden im Ganzen 31 Flächen nachgewiesen. Unter diesen befinden sich nur 9 bereits bekannte Formen, nemlich:
1. $^*c = cR$ (0001); 2. $^{**}a = \infty P2$ $(11\bar{2}0)$; 3. $b = \infty R$ $(10\bar{1}0)$;
4. $^*r = +R$ $(10\bar{1}1)$; 5. $^*e = -\frac{1}{2}R$ $(01\bar{1}2)$; 6. $^{**}s = -2R$ $(02\bar{2}1)$;
7. $^*n = \frac{4}{3}P2$ $(22\bar{4}3)$; 8. $\pi = \frac{2}{3}P2$ $(11\bar{2}3)$; 9. $P = -\frac{2}{7}R3 = \varkappa\,(24\bar{6}7)$.

Von den bisher noch nicht beobachteten 22 Flächen konnte nur für 17 das Zeichen mit Sicherheit festgestellt werden. Die sicher bestimmten Formen sind in folgender Tabelle mit Angabe der für dieselben berechneten Hauptwinkel aufgeführt. Es ist auch hier mit U der Winkel zur Basis, mit X der scharfe, mit Y der stumpfe Polkantenwinkel und mit Z der Mittelkantenwinkel bezeichnet worden.

			U	X	Y	Z
1. $r = (09\bar{9}2)$	$-\frac{9}{2}R$	$-\frac{\frac{9}{2}P}{2}$	81° 57′	118° 4′	118° 4′	61° 56′
2. $W = (07\bar{7}1)$	$-7R$	$-\frac{7P}{2}$	84 48	119 12	119 12	60 48
3. $Q = (33\bar{6}5)$	$\frac{6}{5}P2$	$\frac{6}{5}P2$	58 30	50 28	50 28	63 0
4. $^{**}T = \pi\varkappa''$ $(2\bar{1}\bar{1}5)$	$\frac{\frac{2}{5}P2}{4}\frac{l}{r}$	$\frac{\frac{2}{5}P2}{4}\frac{l}{r}$	28 59	28 2	28 2	122 2
5. $^{**}q = \pi\varkappa''$ $(2\bar{1}\bar{1}6)$ *)	$\frac{\frac{1}{3}P2}{4}\frac{l}{r}$	$\frac{\frac{1}{3}P2}{4}\frac{l}{r}$	24 48	24 12	24 12	130 24

			U	X	Y	Z
6. $x = (1.1.\bar{2}.10)$	$\frac{1}{5} P 2$	$\frac{1}{5} P 2$	15° 13′	15° 4′	15 4	149° 34′
7. $H = x\,(24.6.\overline{30}.5)$	$\frac{18}{5} R \frac{5}{3}$	$\frac{6 P \frac{5}{4}}{2}$	83 24	97 16	21 44	40 16
8. $B = x\,(26.6.\overline{32}.7)$	$\frac{20}{7} R \frac{8}{5}$	$\frac{\frac{32}{7} P \frac{16}{13}}{2}$	81 24	98 12	20 4	43 8
9. $\tau = x\,(72.1.\overline{73}.73)$	$\frac{71}{73} R \frac{73}{71}$	$\frac{P \frac{73}{72}}{2}$	57 20	92 56	1 10	85 33
10. $J = x\,(14.8.\overline{22}.19)$	$\frac{6}{19} R \frac{11}{3}$	$\frac{\frac{22}{19} P \frac{11}{7}}{2}$	57 54	64 22	35 26	66 23
11. $F = x\,(9.5.\overline{14}.13)$	$\frac{4}{13} R \frac{7}{2}$	$\frac{\frac{14}{13} P \frac{14}{9}}{2}$	56 2	68 28	34 0	70 10
12. $D = x\,(15.8.\overline{23}.22)$	$\frac{7}{22} R \frac{23}{7}$	$\frac{\frac{23}{22} P \frac{23}{15}}{2}$	55 18	68 44	32 44	71 50
13. $K = x\,(16.8.\overline{24}.25)$	$\frac{8}{25} R 3$	$\frac{\frac{24}{25} P \frac{3}{2}}{2}$	53 3	68 7	30 17	76 37
14. $E = x\,(11.7.\overline{18}.22)$	$\frac{2}{11} R \frac{9}{2}$	$\frac{\frac{9}{11} P \frac{18}{11}}{2}$	48 17	49 48	33 28	62 32
15. $G = x\,(8.15.\overline{23}.19)$	$-\frac{7}{19} R \frac{23}{7}$	$-\frac{\frac{23}{19} P \frac{23}{15}}{2}$	59 7	66 56	34 8	64 37
16. $M = x\,(7.14.\overline{21}.18)$	$-\frac{7}{18} R 3$	$-\frac{\frac{7}{6} P \frac{3}{2}}{2}$	58 15	67 42	32 18	66 46
17. $A = x\,(10.20.\overline{30}.27)$	$-\frac{10}{27} R 3$	$-\frac{\frac{10}{9} P \frac{3}{2}}{2}$	56 59	67 14	31 50	69 7

*) q ist am Eisenglanz schon von Lévy aufgefunden worden, indessen für Titaneisen neu.

XXXVIII. Krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen.

Von

C. Bodewig in Cöln.

(Mit 12 Holzschnitten.)

Kalisalze der Aetherschwefelsäure einiger Phenole.
Krystalle von Hrn. E. Baumann in Strassburg.

1. Phenolschwefelsaures Kalium.

$C_6H_5 . OSO_3K.$

S. E. Baumann, Ber. d. deutschen chemischen Ges. 1876, S. 1715 (wo das Salz als phenyl-schwefelsaures K. bezeichnet ist).

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0,9534 : 1 : 2,2320$

Auftretende Formen (vergl. Fig. 1): $c = (001)\ oP$, $q = (011)\ \breve{P}\infty$, $o = (111)\ P$. Die Krystalle sind nach c tafelartig und meist nur an einem Ende der Axe b ausgebildet.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001) (011)	65° 43′	65° 52′
(111) ($\bar{1}$11)	*87 30	—
(111) (11$\bar{1}$)	*34 21	—
(111) (1$\bar{1}$1)	—	82 30
(011) (01$\bar{1}$)	—	48 16

Fig. 1.

Das nicht beobachtete Prisma würde haben:

(110) (1$\bar{1}$0) = 87° 16′.

Spaltbar vollkommen nach c (001) oP, deutlich nach b (010) $\infty\breve{P}\infty$.

Optische Axenebene (010) $\infty\breve{P}\infty$, 1. Mittell. die Verticalaxe; Doppelbrechung positiv. Scheinbarer Axenwinkel in Luft:

Li-Roth:	$2E =$	87° 33′
Na-Gelb		87 58
Tl-Grün		88 35

2. Resorcinmonoätherschwefelsaures Kalium.

$C_6H_4 . OH . OSO_3K$.

Krystallsystem: asymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}7419 : 1 : 0{,}7021$

Winkel der Axenebenen und der Axen im positiven Oktanten (vorn oben rechts):

$A =$ 83° 45′	$\alpha =$ 87° 20′
$B =$ 112 54	$\beta =$ 112 14
$C =$ 80 9	$\gamma =$ 81 55

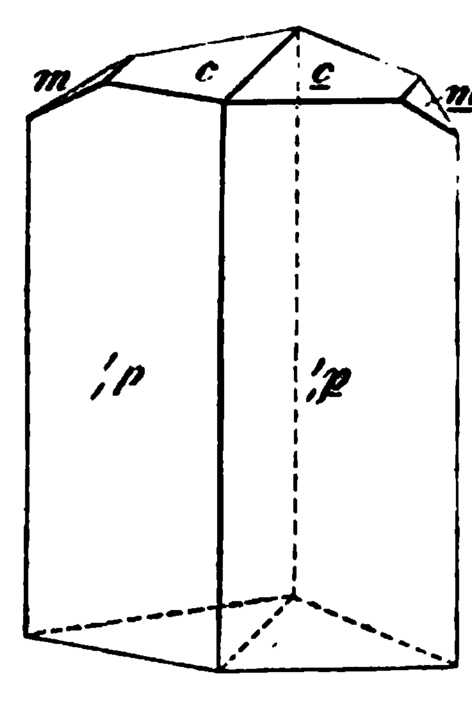


Fig. 2.

Die Krystalle sind stets Zwillinge nach b (010), s. Fig. 2, und zeigen die Formen $,'p = (1\bar{1}0)\ \infty,'P$, $p,' = (110)\ \infty P,'$, $c = (001)\ oP$, $m = (0\bar{1}1)\ '\breve{P},\infty$ und sehr schmal $b = (010)\ \infty\breve{P}\infty$. Als Spaltungsfläche erhält man leicht $a = (100)\ \infty\bar{P}\infty$ in vorzüglicher, zu Messungen geeigneter Beschaffenheit. Die übrigen Flächen sind meist etwas uneben, wodurch die Messungen an Genauigkeit einbüssen. Die Ausbildung der Krystalle weicht insofern von der schematisch gehaltenen Figur ab, als die Zwillingsgrenze nicht genau durch die Mitte geht, und z. B. der linke Krystall noch die Flächen des rechten Hemiprisma's $p,' = (110)\ \infty P,'$ zeigt oder mit einem vorspringenden Theile über den rechten übergreift.

		Beobachtet:	Berechnet:
(110) $(1\bar{1}0)$		68° 38′	68° 43′
$(1\bar{1}0)$ (100)		31 12	31 13
(110) (100)		37 23	37 30
(110) (010)		62 57	62 21
(100) (100)	Zwill.-K.	19 39	19 42
(110) (110)	-	13 47	13 25
$(1\bar{1}0)$ (001)		68 36	69 12
(110) (001)		73 34	73 35
(100) $(0\bar{1}1)$		66 31	66 27
(100) (010)		*99 51	—
(100) (001)		*67 6	—
(010) (001)		*96 15	—
(010) $(0\bar{1}1)$		*52 25	—
$(1\bar{1}0)$ (010)		*48 56	—

	Beobachtet:	Berechnet:
(1$\bar{1}$0) (0$\bar{1}$1)	50 33	51 11
(0$\bar{1}$1) (001)	30 56	31 20
(001) (001) Zwill.-K.	12 55	12 30

Spaltbarkeit *a* (100) sehr vollkommen.

Die Auslöschungsrichtungen stehen auf den vorhandenen Flächen schief gegen die Kanten; durch die Prismenflächen der Zwillinge erblickt man zwei nicht zu einander gehörige Axen. Ein Schliff senkrecht zu der Prismenzone zeigt alternirende Auslöschung der beiden Zwillingshälften.

3. Hydrochinonmonoätherschwefelsaures Kalium.

$C_6H_4 . OH . OSO_3K$ (isomer. m. d. vor.)

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0,7641 : 1 : 2,0965$

Beobachtete Formen (s. Fig. 3): $c = (001)\ oP$, $\omega = (112)\ \frac{1}{2}P$, $o = (111)\ P$, $q = (011)\ \breve{P}\infty$, $b = (010)\ \infty\breve{P}\infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(111) (11$\bar{1}$) =	*32° 18′	—
(111) ($\bar{1}$11)	*99 30	—
(111) (1$\bar{1}$1)	71 22	71° 21
(112) (11$\bar{2}$)	59 42 appr.	60 10
(011) (01$\bar{1}$)	50 38 -	51 0

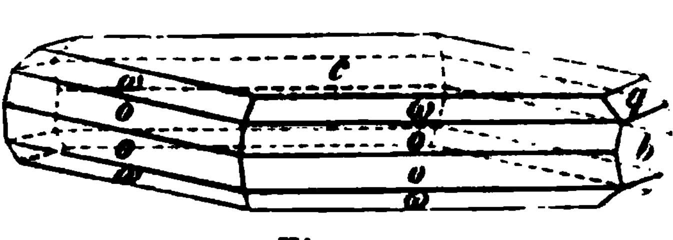


Fig. 3.

Das nicht beobachtete primäre Prisma würde messen:

(110) (1$\bar{1}$0) = 74° 46′.

Die nach *c* (001) tafelförmigen Krystalle sind sehr unregelmässig entwickelt und schaalenförmig nach *c* aufgebaut; es muss deshalb eine wahrscheinlich nach dieser Fläche vorhandene Spaltbarkeit zweifelhaft bleiben.

Optische Axenebene *b* (010), Axe *c* 1. Mittellinie; Doppelbr. pos. Scheinbarer Axenwinkel in Oel:

Li-Roth:	$2H_a$ =	83° 16′
Na-Gelb		83 39
Tl-Grün		84 3

4. Paraphenolsulfosaures Kalium.

$C_6H_4 . HO . SO_3K.$

Dieses Salz wurde bereits von G. vom Rath (Poggendorff's Ann. d. Ph. **138**,551) gemessen, jedoch nicht optisch untersucht.

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0,8790 : 1 : 1,0017$

(v. Rath giebt an: 0,8799 : 1 : 1,0076

Der nach b tafelartige Habitus der Krystalle (s. Fig. 4) und die beobachteten Flächen: $o = (111) P$, $p = (110) \infty P$ und $b = (010) \infty \breve{P} \infty$ sind dieselben, wie sie jener Beobachter angiebt:

	Bodewig. Beobachtet:	Bodewig. Berechnet:	vom Rath Beobachtet:
(110) (1$\bar{1}$0)	*82° 42′	—	82° 40′
(111) (1$\bar{1}$1)	*66 59	—	67 4
(111) ($\bar{1}$11)	77 47	77 41	77 56
(111) (110)	33 8	33 20	32 56

Fig. 4.

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Optische Axenebene c (001) oP, Axe b 1. Mittellinie; Doppelbr. positiv. An einer natürlichen Platte nach b und an einer parallel a (100) geschliffenen wurden die Axenwinkel in Oel bestimmt:

	$2H_a$	$2H_o$
Li-Roth	75° 4′	130° 0′
Na-Gelb	75 37	129 34
Tl-Grün	76 6	129 15

Daraus berechnet sich die Grösse des wahren Axenwinkels zu:

Roth $2V =$	67° 49′
Gelb	68 15
Grün	68 36

Von den beschriebenen Salzen zeigen die beiden isomeren, das Resorcin- und das Hydrochinon-schwefelsaure Kalium, verschiedene Krystallformen (wie dies bei Isomeren überhaupt der Fall ist), während noch einige Winkelähnlichkeit in der Prismenzone vorhanden ist:

(110) (1$\bar{1}$0) = 68° 43′, $a : b = 0{,}7419$ beim resorcinschw. K.

(110) (1$\bar{1}$0) = 74 46, $a : b = 0{,}7641$ beim hydrochinonschw. K.

Eine einfache morphotropische Beziehung zum phenolschwefelsauren Kalium, von dem sich beide durch Eintritt eines HO für H ableiten, zeigt nur das zweite Salz, welches fast dasselbe Verhältniss $b : c$ hat, wie jenes, d. h. durch den Eintritt des Hydroxyl in die Parastellung ist das Brachydoma fast nicht, in beträchtlichem Grade nur die Axe a geändert worden (bei gleichbleibender Symmetrie):

$C_6H_5 . OSO_3K$	$b : c = 1 : 2{,}2320$	(011) (01$\bar{1}$) = 48° 16′
$C_6H_4 (HO) OSO_3K$	» $= 1 : 2{,}0965$	» » = 51 0

Eine auffallende Aehnlichkeit des Axenverhältnisses besteht endlich zwischen dem hydrochinonschwefelsauren und dem paraphenolsulfosauren

Kalium, welche sich nur durch ein O unterscheiden; nimmt man nämlich bei dem ersteren die Pyramide $\omega = (112)$ zur Grundform, so erhält man:

$$C_6H_4.OH.OSO_3K : a : b : c = 0{,}7641 : 1 : 1{,}0482$$
$$C_6H_4.OH.SO_3K: \quad » \quad » \quad 0{,}8790 : 1 : 1{,}0076$$

Nitrobromchlorderivate des Benzols
(dargestellt von Hr. A. Laubenheimer in Giessen).

5. Metabromnitrobenzol.

$C_6H_4.NO_2.Br$, Stell. 1. 3. Schmelzp. 56,4°*).

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0{,}4957 : 1 : 0{,}5549.$

Combinationen von $p = (110)\ \infty P$, $m = (011)\ \breve{P}\infty$ und $b = (010)\ \infty\breve{P}\infty$, nach letzterem tafelartig.

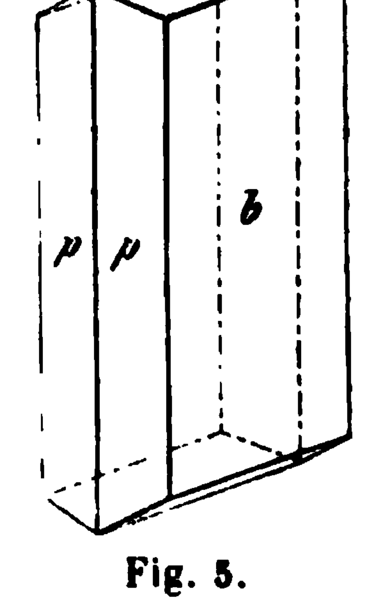


Fig. 5.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) (1̄10) =	*52° 44′	—
(011) (01̄1) =	*58 3	—
(110) (011) =	77 44	77° 33′

Spaltbar vollkommen nach $b = (010)\ \infty\breve{P}\infty$.

Die Ebene der optischen Axen ist $(100)\ \infty\bar{P}\infty$, Axe c 1. Mittellinie; Doppelbrechung negativ. Der spitze Axenwinkel in Oel konnte an einer nach (001) oP geschliffenen Platte, da diese beim Schleifen trübe wurde, nur annähernd gemessen werden zu:

Li-Roth: $2H_a = 83°\ 8'$
Na-Gelb $\quad 83\ 56$

Genauer wurde dagegen der stumpfe Axenwinkel an einer natürlichen Platte nach (010) gemessen und gefunden:

Li-Roth: $2\,H_o = 114°\ 12'$
Na-Gelb $\quad 113\ 31$

Das Metabromnitrobenzol ist vollkommen isomorph mit dem Metachlornitrobenzol, dessen Axenverhältniss**):

$a : b : c = 0{,}4975 : 1 : 0{,}5608.$

Ausbildung und Spaltbarkeit sind dieselben, ebenso die Lage der ersten Mittellinie der optischen Axen und der Sinn der Doppelbrechung,

---

*) Nach Körner, Gazz. chim. ital. 1874, 349.

**) S. Poggend. Ann. d. Phys. 158, 244. Daselbst habe ich die Krystalle anders gestellt, nämlich m als verticales Prisma, p als Brachydoma betrachtet. Wegen der Beziehungen zu dem folgenden Körper ist die hier gewählte Stellung vorzuziehen.

nur ist bei der *Cl*-Verbindung der Axenwinkel kleiner, daher der stumpfe selbst in Oel nicht mehr messbar ist.

6. Nitrometabromnitrobenzol.

$C_6H_3.NO_2.NO_2.Br$. Stellung 1.2.4 (=6.1.3). Schmelzp. 59°,4 n. Körner.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,6880 : 1 : 0,5495$

$\beta = 86^0 3\frac{1}{2}'$

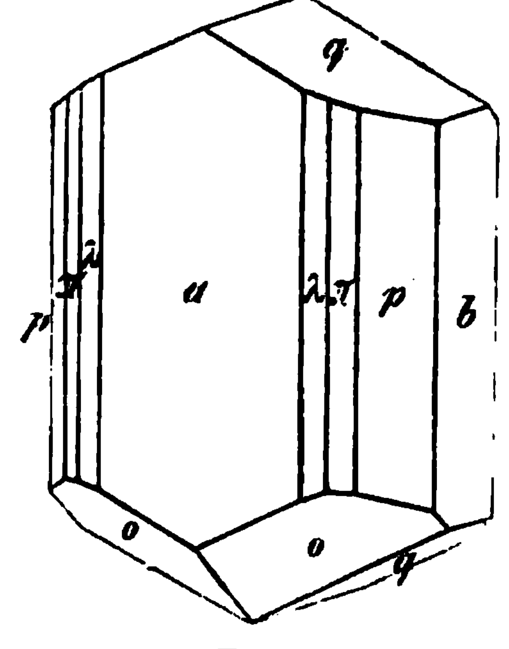


Fig. 6.

Beobachtete Formen (s. Fig. 6): $a = (100) \infty P \infty$, $b = (010) \infty P \infty$, $q = (011)\ P\infty$, $o = (\bar{2}33)\ P\frac{3}{2}$, $p = (130) \infty P3$, $\pi = (230) \infty P\frac{3}{2}$, $\lambda = (430) \infty P\frac{4}{3}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(130) (1$\bar{3}$0) =	*128° 12′	—
(230) (2$\bar{3}$0)	—	91° 40′
(430) (4$\bar{3}$0)	54 12	54 28
(130) (230)	18 0	18 16
(011) (100)	86 43	86 31
(100) ($\bar{2}$33)	67 55	68 2
(011) (0$\bar{1}$1)	57 22	57 28
($\bar{2}$33) ($\bar{2}\bar{3}$3)	*52 47	—
($\bar{2}$33) ($\bar{1}$30)	*55 38	—
(011) (130)	62 31	62 41
(011) ($\bar{2}\bar{3}$3)	61 28	61 41
(011) ($\bar{2}$33)	25 18	25 27
($\bar{2}$33) ($\bar{4}$30)	57 36	57 26
(011) (430)	74 41 appr.	74 6
($\bar{2}$33) ($\bar{2}$30)	54 25	54 28
(011) (230)	67 37	67 13

Die Krystalle sind tafelförmig nach *a* (100) ausgebildet und nur deshalb in der Figur dicker gezeichnet, um die abgeleiteten Prismen besser darstellen zu können.

Spaltbarkeit *b* (010) vollkommen.

Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene; eine derselben ist durch *a* (100) sichtbar.

Das Nitrometabromnitrobenzol ist isomorph mit dem Nitrometachlornitrobenzol, und zwar mit der β-Modification dieses Körpers vom Schmelzp. 37° 1, deren Krystallform nach meiner Bestimmung (Ber. d. d. chem. Ges. 1876, S. 763) durch folgende Elemente gegeben ist:

$a:b:c = 0,6249 : 1 : 0,5600$

$\beta = 88^0 33'$.

Die Krystalle zeigen dasselbe Klinodoma *q* (011), mit dem Winkel 58° 30′, wie die *Br*-Verbindung, aber ein Prisma und eine Hemipyramide,

welche bei letzterer nicht auftreten; auf diese Formen, als (110) und (T11) betrachtet, sind daher die Gestalten des Nitrometabromnitrobenzols bezogen.

7. Nitroparadichlorbenzol.

$C_6H_3 . Cl . NO_2 . Cl$. Stell. 1. 2. 4. Schmelzp. 54,5 Jungfl.

Diesen Körper hat Jungfleisch (Ann. chim. phys. [4] **15**,257) durch Nitriren von Paradichlorbenzol dargestellt und durch langsames Verdunsten der Lösung in CS_2 in grossen durchsichtigen Krystallen des asymmetrischen Systems erhalten, deren drei Flächenpaare sich unter den Winkeln 58° 41′, 105° 9′ und 101° 4′ schnitten. Die Krystalle sind so weich und plastisch, dass man einen etwas lang ausgebildeten an den Enden um 45° tordiren kann, ohne ihn zu zerbrechen.

Mit den angeführten Angaben übereinstimmend fand ich an den von Hrn. Laubenheimer dargestellten Krystallen, welche eine etwas vollständigere Messung gestatteten:

Krystallsystem: asymmetrisch.

$a : b : c = 0,8763 : 1 : ?$

$A =$ 79° 22½	$\alpha =$ 73° 1
$B =$ 108 52	$\beta =$ 112 58
$C =$ 104 51	$\gamma =$ 109 52

Auftretende Formen: $p = (1\bar{1}0)\ \infty,'P$, $a = (100)\ \infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\ \infty\breve{P}\infty$. Spaltbarkeit vorzüglich nach $c = (001)\ oP$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(1T0) (0T0) =	58° 42′	58° 43′
(1T0) (001)	64 56	64 56½
(001) (010)	*100 37½	—
(001) (100)	*71 8	—
(1T0) (100)	*46 8	—
(100) (010)	*75 9	—

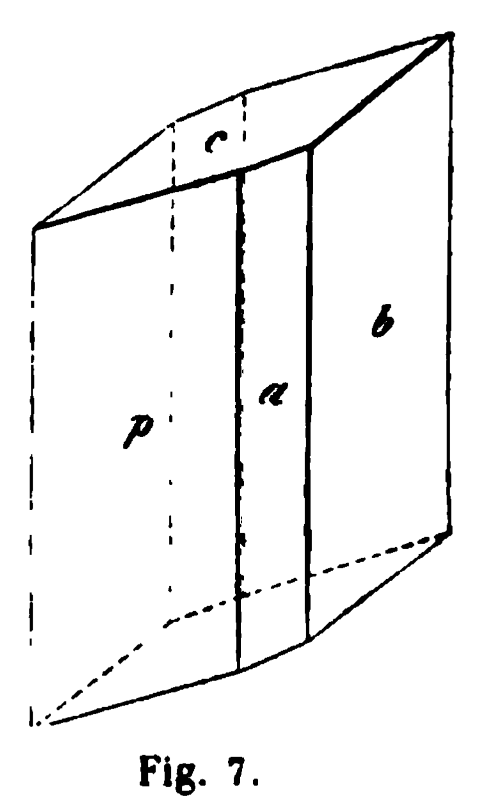


Fig. 7.

Das nicht beobachtete rechte Hemiprisma würde mit dem linken bilden:

(110) (1T0) = 79° 59′

Durch Spaltungsplatten nach $c = (001)\ oP$ sind die optischen Axen sichtbar, und zwar steht die erste Mittellinie fast normal zur Spaltungsebene; die Trace der optischen Axenebene auf dieser schliesst mit der Kante (001) (1T0), nach vorn convergirend, einen Winkel von c. 14° (f. Gelb) ein. Der mit einer Spaltungsplatte gemessene Axenwinkel in Oel beträgt:

$2H_a = 78°\ 22'$ (Roth), 77° 53′ (Gelb).

Doppelbrechung negativ.

8. Nitrometadibrombenzol.

$C_6H_3.Br.Br.NO_2$. Stell. 1. 3. 5. Schmelzp. 104°,5 Laubenheimer.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,5795 : 1 : 0,2839$

$\beta = 56^0\ 12'$

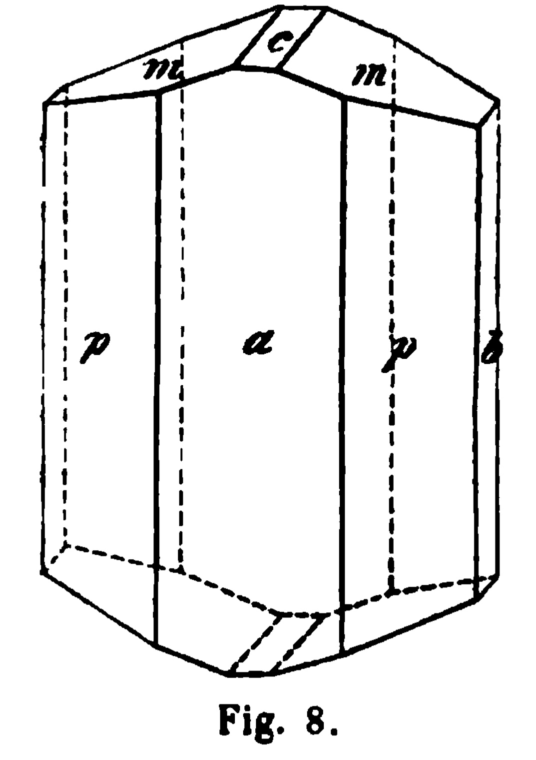


Fig. 8.

Die in beistehender Figur dargestellte Combination zeigt: $p = (110)\ \infty P$, $a = (100)\ \infty P\infty$, $c = (001)\ oP$, $m = (011)\ P\infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) (1$\bar{1}$0)	*51° 26′	—
(011) (0$\bar{1}$1)	*26 34	—
(100) (001)	56 5	56° 12′
(100) (011)	57 4	57 13
(110) (011)	*54 1	—
($\bar{1}$10) (011)	112 56	112 50½
(110) (001)	59 44½	59 55

Spaltbarkeit (001) oP vollkommen.

Optische Axenebene senkrecht zu (010); die erste Mittellinie für Gelb bildet mit der Axe c 29° im stumpfen Winkel ac, also 5° mit der Normalen zu c (001); eine Spaltungsplatte nach letzterer Fläche ergab:

$2E = 72^0\ 56'$ (Roth), $72^0\ 19'$ (Gelb).

Doppelbrechung negativ, sehr stark.

9. Dinitrochlorbenzol.

$C_6H_3.Cl.NO_2.NO_2$. Stellung 1. 2. 4.

Nach Jungfleisch (Ann. chem. phys. [4] **15**, 231) existirt diese Verbindung in zwei physikalisch isomeren Modificationen, α und β, von denen die letztere leicht in erstere umgewandelt werden kann, beide von Des Cloizeaux krystallographisch untersucht:

α-Modification (Schmelzp. 50°).

Krystallsystem: rhombisch*).

$a : b : c = 0,8086 : 1 : 0,7128$

*) Krystalle dieser Modification gab mir vor Kurzem Hr. Claus in Freiburg und fand an denselben Hr. Friedländer, vollkommen übereinstimmend mit Des Cloizeaux's Angaben:

$a : b : c = 0,8108 : 1 : 0,7111.$

Combinationen des Prisma (110) ∞P mit der Basis und (011) $\breve{P}\infty$, letzteres aber fast an allen Krystallen nur mit einem Flächenpaar (einige zeigten das andere sehr klein), so dass diese Substanz ein neues Beispiel der monosymmetrischen Hemiëdrie im rhombischen Systeme darzustellen scheint.

	Friedländer beob.:
(110) (1$\bar{1}$0)	78° 1′
(011) (001)	35 25
(011) (110)	68 35

P. Groth.

Combination: $(110)\infty P$, $(001)oP$, $(101)\bar{P}\infty$, $(011)\breve{P}\infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) $(1\bar{1}0)$	*77° 55′	—
(101) (001)	41 20	41° 24′
(011) (001)	*35 29	—
(011) (110)	68 35	68 36

Optische Axenebene $(010)\infty\breve{P}\infty$, Verticalaxe 1. Mittellinie, scheinbarer Axenwinkel in Luft:

$2E = 102^0\ 46$ roth, $\quad 109^0\ 49$ blau.

β-Modification (Schmelzp. 43°).

Dieser gehörten die Krystalle an, welche mir Hr. Laubenheimer sandte (mit der Angabe des Schmelzp. 43°). Ich fand Alles übereinstimmend mit Des Cloizeaux, bis auf den Umstand, dass die Pyramide stets hemiedrisch auftritt, wovon Jener Nichts sagt. Folgendes sind die Resultate D.'s und meiner Messungen, welche letztere nur zur Orientirung dienten:

Krystallsystem: rhombisch, sphenoidisch hemiedrisch.

$a : b : c = 0,8346 : 1 : 0,3866.$

Beobachtete Formen (s. Fig. 9): $p = (110)\infty P$, $\pi = (120)\infty\breve{P}2$, $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $o = \varkappa(111)\frac{P}{2}l$, $r = (101)\bar{P}\infty$, $q = (011)\breve{P}\infty$.

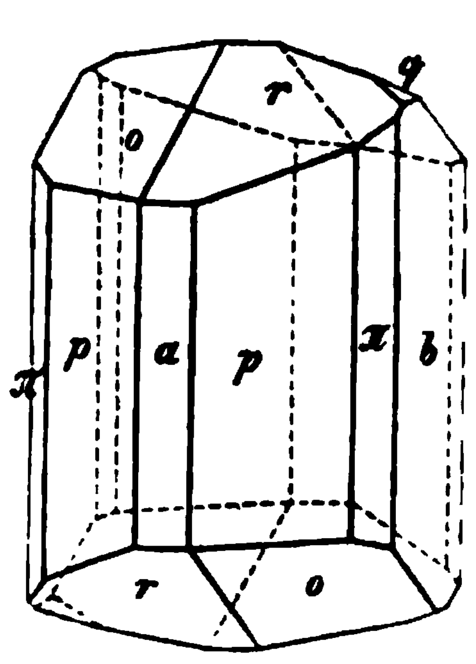


Fig. 9.

	Des Cloizeaux: Beobachtet:	Berechnet:	Bodewig: Beobachtet:
(110) $(1\bar{1}0)$	*79° 42′	—	79° 31′
(120) $(1\bar{2}0)$	118 50	118° 10′	118 42
(101) (100)	64 55	65 9	—
$(1\bar{1}1)$ $(1\bar{1}0)$	58 50	58 54	—
(111) (010)	*70 40	—	70 29
(111) (101)	19 12	19 20	19 39
(111) $(1\bar{1}1)$	—	38 40	
(111) (100)	66°	66 38	

Spaltbarkeit nach $(010)\infty\breve{P}\infty$.

Optische Axenebene $(100)\infty\bar{P}\infty$, Axe b 1. Mittellinie; scheinbarer Axenwinkel in Luft:

$2E = 94^0\ 15'$ roth, $\quad 99^0$ blau.

Doppelbrechung positiv (die Angabe der Spaltbarkeit und der opt. Eigensch. rühren von Des Cloizeaux her).

Zwischen den vorstehend beschriebenen Körpern lassen sich eine Reihe krystallographischer Beziehungen erkennen.

1) Das Nitrometabromnitrobenzol (Nr. 6) leitet sich vom Metabromnitrobenzol (Nr. 5) ab durch den Eintritt einer Nitrogruppe

für H an der Stelle 6. Diese Substitution hat, wie man sieht, das Krystallsystem aus dem rhombischen in das monosymmetrische verändert, aber das horizontale Brachydoma des letzteren von 58° 3′ kehrt bei dem erstern als fast horizontales Klinodoma mit 57° 22′ wieder; es ist also ausser dem System im Wesentlichen nur die Axe a geändert worden:

	a : b : c	β
C_6H_4 $NO_2.Br$	0,4957 : 1 : 0,5549	90° 0′
$C_6H_3(NO_2)NO_2.Br$	0,6880 : 1 : 0,5495	86 3½

2) Das Nitroparadichlorbenzol (Nr. 7) ist aus dem Paradichlorbenzol durch Eintritt einer Nitrogruppe für H an die Stelle 2 entstanden; Letzteres hat Des Cloizeaux (Ann. d. chim. phys. [4], **15**, 186 f.) gemessen und monosymmetrisch gefunden, Ersteres ist asymmetrisch, also hat auch hier die Substitution durch NO_2 den Grad der Symmetrie verringert, aber beide Körper zeigen in gewissen Winkeln, nicht nur einer, sondern sogar mehrerer Zonen, eine überraschende Aehnlichkeit: an beiden herrschen 6 Flächen einer prismatischen Zone vor, welche folgende Winkel mit einander bilden:

bei: C_6H_4 Cl_2 : 46° 30′, 66° 45′, 66° 45′
» $C_6H_3(NO_2)Cl_2$: 46 8 75 9, 58 42
Mitt. 66° 52′

Denkt man sich die Fläche (010) des asymmetrischen zweiten Körpers um 9° um die Verticalaxe gedreht, so sind seine Winkel genau die der monosymmetrischen prismatischen Zone des ersteren. Noch mehr: eine der beiden vorherrschenden Endflächen des Dichlorbenzols (Des Cloizeaux's a^1) bildet mit dem Makropinakoid 99° 35′, (001) des Nitrodichlorbenzols mit der entsprechenden Fläche (010) der prismatischen Zone 99° 23′.

3) Dasselbe Nitroparadichlorbenzol leitet sich ferner ab von dem mit Nr. 5 isomorphen und früher (l. c.) beschriebenen Metachlornitrobenzol durch Eintritt eines Cl-Atoms für Wasserstoff an die Stelle 1, denn letzteres ist

$C_6H_4.NO_2Cl$. Stell. 1. 3 = 2. 4.

Ersteres

$C_6H_3Cl.NO_2.Cl$. Stell. 1. 2. 4.

Durch diese Substitution ist das Krystallsystem, welches bei dem ersten Körper rhombisch ist, asymmetrisch geworden, aber zwei Flächen der prismatischen Zone (1$\bar{1}$0) (0$\bar{1}$0) bilden denselben Winkel (58° 42′), wie am Metachlornitrobenzol die beiden prismatischen Flächen (011) (0$\bar{1}$1) = 58° 32′. Dass unter Gleichbleiben einzelner Winkel durch den Eintritt von Cl oder Br die Symmetrie der Krystalle verringert wird, haben bereits die von Groth in seiner ersten Arbeit über Morphotropie beigebrachten Beispiele bewiesen.

4) Aus dem Metabromnitrobenzol Nr. 5 leitet sich auch das unter

Nr. 8 beschriebene Nitrometadibrombenzol ab, aber die Substitution des Haloidatoms findet hierbei an einer andern Stelle im Molekül statt, denn diese Körper sind:

$C_6H_4 \quad NO_2.Br.$ Stell. 1. 3. = 2. 4.
$C_3H_6BrNO_2 \; Br.$ » 1. 3. 5 = 6. 2. 4.

Während bei gleicher Stellung des *Br*- oder *Cl*-Atoms ihre Wirkung stets eine so ähnliche ist, dass zwei isomorphe Verbindungen entstehen, bringt die Substitution desselben hier, wo das symmetrische Nitrodibrombenzol resultirt, keine so grosse Abnahme der krystallographischen Symmetrie hervor: das System wird monosymmetrisch unter vollkommner Erhaltung der Prismenzone:

bei $C_6H_4 \quad NO_2Br.$ ist (110) (1$\bar{1}$0) = 52° 44′
» $C_6H_3BrNO_2Br.$ « « « 51 26,

während bei der Substitution an der Stelle 1 statt 6 (s. den vor. Fall) es das Brachydoma des Nitrobrombenzols gewesen war, welches unverändert blieb.

Da wegen der bisher stets beobachteten Isomorphie der entsprechenden *Cl*- und *Br*-Verbindungen für das eine gilt, was am andern stattfindet, so haben wir hier ein lehrreiches Beispiel dafür vor uns, dass die Wirkung eines Haloidatoms, wenn es an verschiedene Stellen im Molekül Wasserstoff vertritt, eine ganz verschiedene ist.

5) Die beiden physikalisch isomeren, rhombisch krystallisirenden Modificationen des Dinitrochlorbenzols (Nr. 9) zeigen eine Aehnlichkeit des Prismenwinkels mit dem des Nitroparadichlorbenzols:

bei $C_6H_3Cl.NO_2.Cl$ Stell. 1. 2. 4 ist (110) (1$\bar{1}$0) = 79° 59′
» α-$C_6H_3Cl.NO_2.NO_2$ » » » » » » » 77 55
» β- » » » » » » » » 79 42

10. Hydrocyancarbodiphenylimid.

$$\begin{matrix} C^6H^5-N \\ C^6H^5-N \end{matrix} \rangle C \langle \begin{matrix} CN \\ CN \end{matrix}$$

Dargestellt aus

$$\begin{matrix} C^6H^5.NH \\ C^6H^5.NH \end{matrix} \rangle CS \text{ und } HgCy^2$$

durch Herrn Laubenheimer und Göring in Giessen (s. des Letzteren demnächst dort erscheinende Dissertation). Schmelzp. 137°.

Krystallsystem: monosymmetrisch.
$a : b : c = 0{,}4741 : 1 : 0{,}2611$
$\beta = 59^\circ 49'$

Die in beistehender Figur abgebildeten Krystalle zeigen die Formen: $p = (110) \infty P$, $b = (010) \infty \mathcal{R} \infty$, $m = (011) \mathcal{R} \infty$, $o = (\bar{1}11) P$.

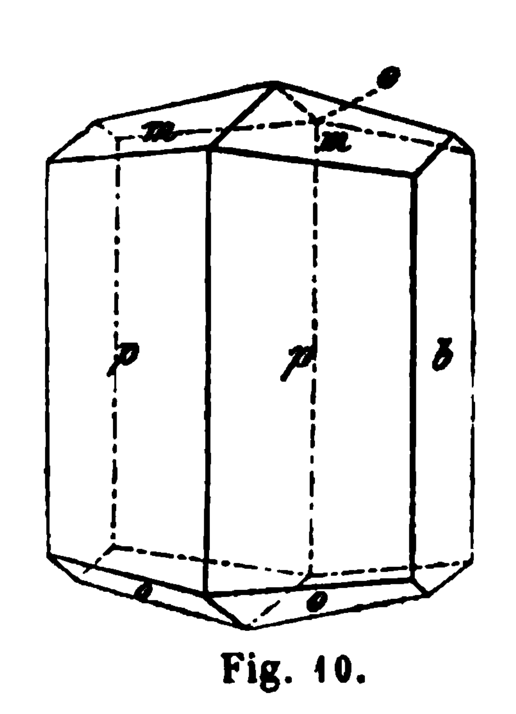


Fig. 10.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110)\ (1\bar{1}0)$	*44° 34'	—
$(011)\ (0\bar{1}1)$	*25 25	—
$(011)\ (110)$	*57 30	—
$(011)\ (\bar{1}10)$	111 48	111° 44'
$(\bar{1}11)\ (010)$	75 21	75 23
$(011)\ (\bar{1}11)$	32 31	32 22
$(011)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	42 40	42 49
$(\bar{1}11)\ (\bar{1}10)$	81 33	81 43

Spaltbarkeit (010) vollkommen, (110) deutlich.

Die Axe b ist 2. Mittellinie der opt. Axen, deren stumpfer Winkel auch in Oel nicht messbar; senkrecht zur 1. Mittell. war wegen der Spaltbarkeit kein Schliff anzufertigen. Doppelbr. positiv.

11. Chloralid.

$$CCl_3.HC\left\langle{COO \atop O}\right\rangle CH.CCl_3$$

Dargestellt von Hrn. Wallach in Bonn (s. Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1876, 9, 545).

Dieser Körper krystallisirt in ausgezeichneten, oft über zolllangen Krystallen des monosymmetrischen Systems, deren Elemente die folgenden sind:

$$a : b : c = 1{,}2083 : 1 : 0{,}3620$$
$$\beta = 84^\circ\, 52'$$

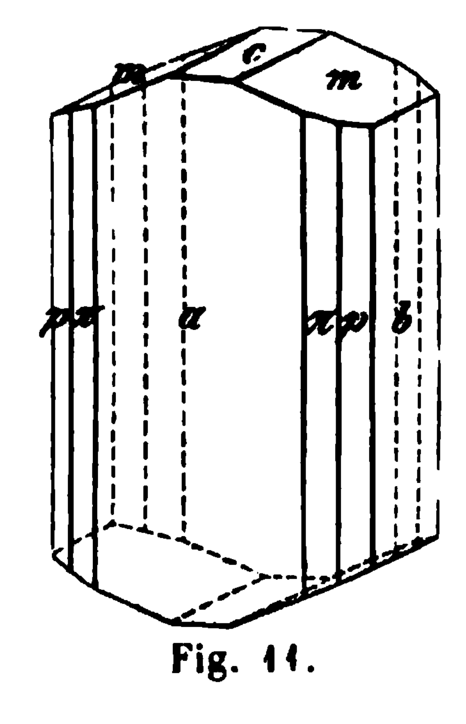


Fig. 11.

Die auftretenden Formen (s. Fig.) sind: $a = (100)\ \infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\ \infty\mathcal{R}\infty$, $p = (110)\ \infty P$, $\pi = (210)\ \infty\bar{P}2$, $c = (001)\ oP$, $m = (011)\ \mathcal{R}\infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110)\ (1\bar{1}0) =$	*100° 33'	—
$(210)\ (2\bar{1}0)$	61 51	62° 4'
$(110)\ (210)$	19 12	19 14½
$(001)\ (100)$	84 46	84 52
$(011)\ (0\bar{1}1)$	*39 40	—
$(011)\ (100)$	*85 10	—
$(210)\ (011)$	75 35	75 42
$(\bar{2}10)\ (011)$	84 12	84 7
$(110)\ (011)$	71 40	71 39
$(\bar{1}10)\ (011)$	78 6	78 3

Spaltbarkeit (010) vollkommen.

Optische Axenebene senkrecht zu (010); die in der Symmetrieebene

liegende Mittellinie bildet mit der Verticalen im spitzen Winkel der Axen *a* und *c*

für *Li*-Roth : 11° 34′ für *Na*-Gelb : 11° 44′

(Stauroskopmessung). Die der Axe *b* parallele Mittellinie zeigt negative Doppelbrechung, erkennbare gekreuzte Dispersion und die Axenwinkel in Oel:

Li-Roth : 99° 27′ *Na*-Gelb : 99° 51′

(gemessen an einer Spaltungsplatte nach 010). Ein Schliff senkrecht zur andern Mittellinie war der vollkommenen Spaltbarkeit wegen nicht anzufertigen.

12. Bichloracrylsäure.

$CCl_2.CH.COOH$. Schmelzp. 76—77°.

s. Wallach, Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1877, **10**, 567. Die einfachen in der Fig. dargestellten Krystalle zeigen $p = (110)\infty P$ und $m = (011)\mathcal{R}\infty$.

Krystallsystem: monosymmetrisch

$a : b : c = 1{,}139 : 1 : 0{,}5209$

$\beta = 86° 36'$

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) (1$\bar{1}$0) =	*97° 20′	—
(011) (0$\bar{1}$1)	*54 55	—
(110) (011)	*67 37	—
($\bar{1}$10) (011)	72 39 appr.	71° 51′

Die Krystalle werden an der Luft durch Verdunstung rasch matt und trübe.

Spaltbarkeit (110) deutlich.

Optische Axenebene (010); starke Dispersion der Axen.

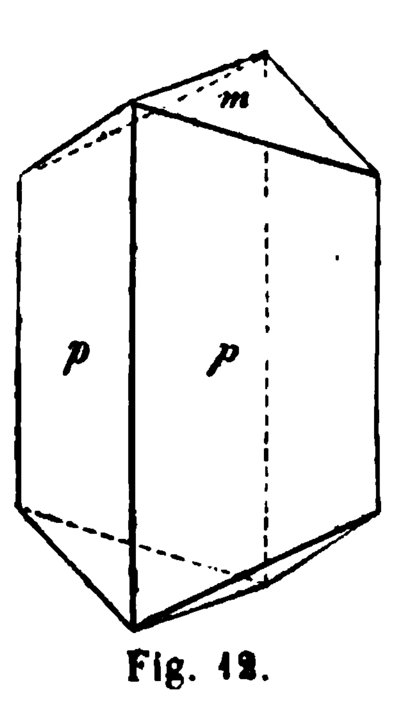


Fig. 12.

XXXIX. Ueber Gismondin.

Von

A. Schrauf in Wien.

(Mit 5 Holzschnitten.)

Die im vierten Hefte dieser Zeitschrift enthaltenen Angaben des Herrn Seligmann: »über Gismondin von Salesl« veranlassen mich, einige ältere Beobachtungen, die denselben Gegenstand betreffen, zu veröffentlichen. 1872 hatte Prof. Reuss in Aussig eine der bekannten Zeolithdrusen acquirirt, die aus den Basalten von Salesl oder dessen nächster Umgebung stammte. Der halbirte, circa 5^{cm} im Durchmesser haltende Drusenraum war erfüllt mit vielen Krystallen von Natrolith, neben wenigen Analcimen und enthielt einige theils kleine, theils $4-5^{mm}$ grosse Gismondinkrystalle. Reuss hatte die Absicht, über dieses, von ihm als Gismondin erkannte Vorkommen eine Notiz zu veröffentlichen. Deshalb ersuchte er mich einige Messungen zur Controle vorzunehmen. Zwei kleine Krystalle habe ich selbst losgelöst, gemessen, und dieselben befinden sich noch jetzt, als Ueberrest der leider abhanden gekommenen Stufe*) in meinen Händen.

Dem äusseren Habitus nach stimmen die von mir gemessenen Krystalle mit jenen überein, welche jetzt Herr Seligmann beschreibt. Jedenfalls ist das — wenn auch sporadische Vorkommen des Gismondin an dem altbekannten Zeolithfundorte Salesl durch diese, sich ergänzenden Beobachtungen constatirt.

In Bezug auf Paragenesis lehren mich meine damaligen Aufschreibungen über die Succession der Zeolithe in dieser Gismondindruse Folgendes: Die älteste Generation bildete Analcim $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12} + 2 H_2 O$. Hier-

---

*) Krankheit verzögerte die von Reuss beabsichtigte Publikation; und nach seinem Tode fand sich weder in seinem Privatnachlasse, noch in der — früher von ihm, jetzt von mir geleiteten — Universitätssammlung die Stufe, oder eine Nachweisung über den Verbleib derselben.

auf folgte Natrolith $Na_2 Al_2 Si_3 O_{10} + 2 H_2 O$; und nach diesem, als jüngste Bildung, Gismondin $Ca Al_2 Si_2 O_8 + 4 H_2 O$. Letzteren kann man hier betrachten als einen Stellvertreter des weit häufiger vorkommenden Apophyllit's, welcher sich an anderen Stufen ebenfalls jünger als Natrolith erweist. Die Succession dieser Zeolithe folgt daher einem Gesetze, welches durch die Löslichkeitsverhältnisse leicht erklärbar ist und sich auch in der Mehrzahl der Fälle als zutreffend erweist. Die jüngeren Generationen der Zeolithe zeigen bei wenig geändertem Thonerdegehalte Abnahme der Alkalien und der Kieselsäure, Zunahme von Kalk und Wasser; bei gleichbleibendem Kieselsäuregehalt sind sie reicher an Wassergehalt, hingegen bei nahe gleichen Procenten von $H_2 O$ ärmer an Kieselsäure.

Hiemit stimmen auch die neueren Angaben. Streng (Leonh. J. 1874) beobachtete in den Drusen von Schiffenberg jüngeren Gismondin auf älterem Philippsit. Bořicky (Basalt. Böhm. pag. 248) Chabasit auf Natrolith, Chabasit auf Philippsit u. s. w. Treten Intermittenzen im Lösungsakte ein, so werden natürlich die Altersunterschiede theils verwischt, theils direct geändert werden können.

Die von mir gemessenen Gismondine der Stufe von Salesl sind klein, ½—1 mm gross. Der schönere Krystall hatte scheinbar quadratischen Habitus mit gleichen Mittelkanten, allein die Messung der Polkante führte zu einem Prismenwinkel 93° statt zu $\infty P = 90°$. Diese scheinbar einfachen Krystalle des Gismondin können daher nur Zwillinge nach Analogie des Bournonits sein, oder einem asymmetrischen Systeme angehören. Vorläufig empfiehlt es sich, das von Lang (Phil. Mag. 1864 vol. 28) angegebene prismatische Parametersystem als Ausgangspunkt der weiteren Untersuchung zu benutzen.

Bisher sind an unserem Mineral zwei domatische und ein prismatisches Flächenpaar sichergestellt. Ich acceptire für dieselben die bereits von Lang angewendete Aufstellung und bezeichne (011) mit *s*; (110) mit *n*; (101) mit *o*. Die Buchstaben *n*, *o* sind gewählt, um die analogen Figuren des Bournonits, welcher vielfach studirt und abgebildet ist, zum Vergleich heranziehen zu können.

Meine Messungen führten mich zu einem Parameterverhältniss für Gismondin, welches als erste Annäherung Geltung*) haben kann:

$$a : b : c = 0{,}99246 : 1 : 0.94897$$

---

*) Diese Annahme unterscheidet sich nur wenig von den ersten Angaben Lang's, welcher $a : b : c = 0{,}9856 : 1 : 0{,}9377$ und $ss = 93° 30'$, $nn = 90° 50'$, $ns = 61° 18'$ setzt. Statt dieser letzteren Zahl (61° 18') findet sich in der Abhandlung des genannten Autors (110) (011) = 65° 18'. Dies ist ein leicht erkennbarer und aus $a : b : c$, *ss*, *ns*, nachweisbarer Druckfehler, welcher leider in einigen späteren Publikationen ohne Correctur sich wiederfindet.

Mittelst dieser Werthe ist die nachfolgende Winkeltabelle berechnet.

	s	o	n
a (100)	46° 30	90°	45° 13′
b (010)	90	46 17′	44 47
c (001)	43 30′	43 43	90
s (011)	{93 0 {87 0	58 23	61 0
n (110)	61 0	60 37	{90 27 {89 34
o (101)	58 23	{92 34 {87 26	60 37

An Zwillingen würden folgende Winkel Geltung haben:

$c^I c^{II}_s = 93^0$ $o^I o^{II}_s = 63^0\ 14'$ $n^I o^{II}_s = 2^0\ 37'$

$c^I c^{IV}_s = 81$ $o^I o^{IV}_s = 56\ \ 0$ $c^I c^{II}_o = 92\ \ 34$

$b^I b^{II}_o = 92\ \ 34'$ $n^I n^{II}_o = 61\ \ 27$ $s^I s^{II}_o = 63\ \ 14$

$a^I a^{II}_n = 90\ \ 27$ $s^I s^{II}_n = 61\ \ 58$ $s^I s^{IV}_o = 57\ \ 1$

Diese tabellarische Uebersicht zeigt, dass Kanten mit einem Winkel von circa 61° wenig geeignet sind, um über die vorkommenden Flächen oder etwaigen Zwillingsverwachsungen absolut genau zu entscheiden. Im besten Falle sind die Winkel 63° und 56° charakteristisch genug, um auch bei wenig deutlichen und mehrfachen Flächenreflexen noch mit Sicherheit erkannt zu werden. Störend ist ferner die geringe Differenz zwischen 87° und 87° 26′. Es bedarf daher eines Blickes auf Zeichnungen mit notirten Kantenwinkeln*), wenn man unter den vorkommenden — meist quadratische Symmetrie imitirenden Flächencombinationen, *ns*, *no*, *os*, unter-

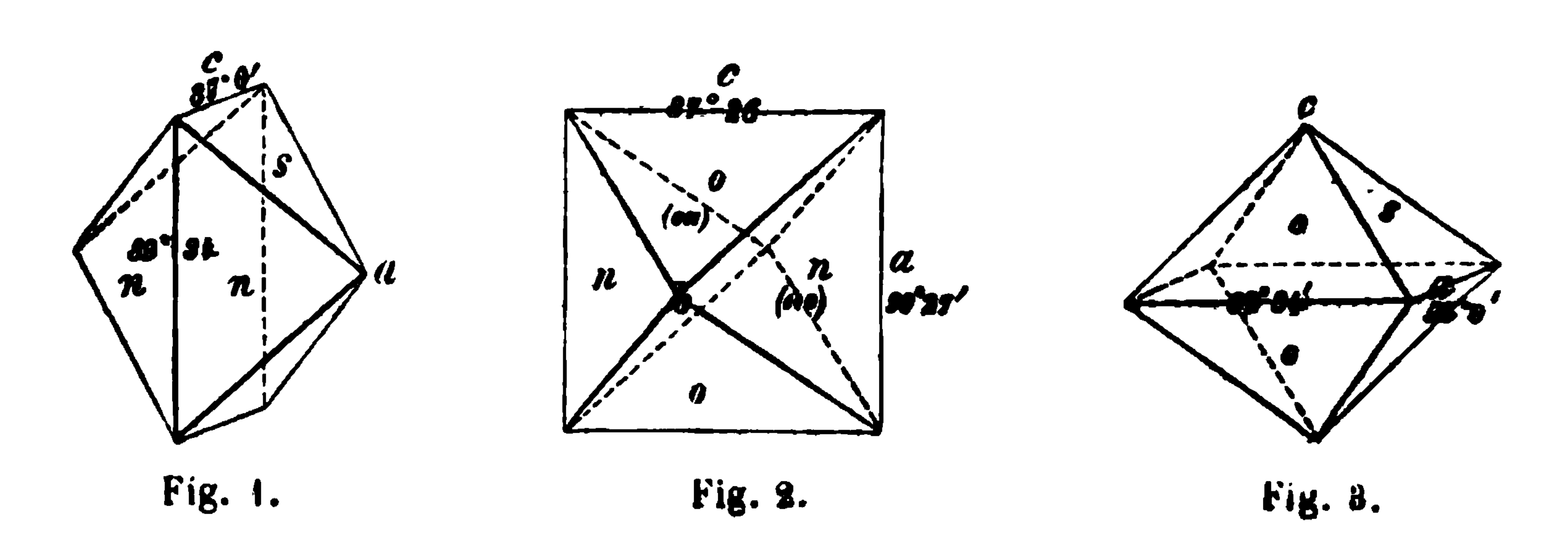


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

scheiden will. Ich habe es deshalb nicht für überflüssig gehalten, diese so einfachen Formen dennoch in Fig. 1 bis 3 schematisch darzustellen. Für die Erkennung der Zwillinge ist die Gleichheit von $o^I o^{II}_s = s^I s^{II}_o$ sehr störend. Da Winkel und Juxtapositionszwillinge beider Combinationen fast ident sind, so lassen sich vorläufig beide schwer trennen.

*) In den Zeichnungen Fig. 1—3 sind die Winkel der Normalen notirt.

Eine der Figur 1 entsprechende Combination hat Lang an Krystallen von Capo di Bove beobachtet.

Ein Krystall von Salesl stimmt nach meinen Messungen, obgleich der Charakter der Flächen keine grosse Genauigkeit verbürgt, ebenfalls mit Fig. 1.

beobacht.	$nn' = 89\frac{1}{2}^{0}$	gerechn.	$89^{0}\ 34'$
	$ss' = 87^{0}$		87 0
	$ns = 61$		61 0
	$n's' = 61$		61 0

Mit Fig. 2 stimmt annähernd ein zweites Krystallfragment von Salesl. Eine Ecke mit drei sehr guten und einer vierten — gestreiften und einseitig gekrümmten — Fläche lag vor. Aber selbst die bis auf Minuten genauen Messungen sind nicht eindeutig, indem fast jede Fläche doppelte, wenn auch naheliegende Reflexe gibt. Deshalb sind bei jeder Kante zwei Winkel notirt.

beob.	$oo = 87^{0}\ 25'$	ger.	$87^{0}\ 26$
	$= 87\ 36$		
	$\bar{o}\bar{o} = 87\ 8$		87 26
	$= 87\ 17$		
	$o\bar{o} = 63\ 5$		63 14
	$= 63\ 17$		

Dieser Krystall ist schematisch in Fig. 4 dargestellt. Unter dem Mikroskope erkennt man deutlich, dass die Kanten $o/o : \bar{o}/\bar{o}$ einen Winkel von circa 93^{0}—94^{0} bilden. Aus den beobachteten Winkeln ergibt sich $92^{0}\ 50'$. Dieser Gismondin kann daher betrachtet werden als ein Fragment eines Juxtapositionszwillings mit s als Zwillingsfläche. Aehnliche Formen finden sich am Bournonit häufig. (Vergl. Hessenberg, M. N. V. Taf. 3. Fig. 31; Schrauf Atlas. Taf. 37. Fig. 10. Fig. 17.)

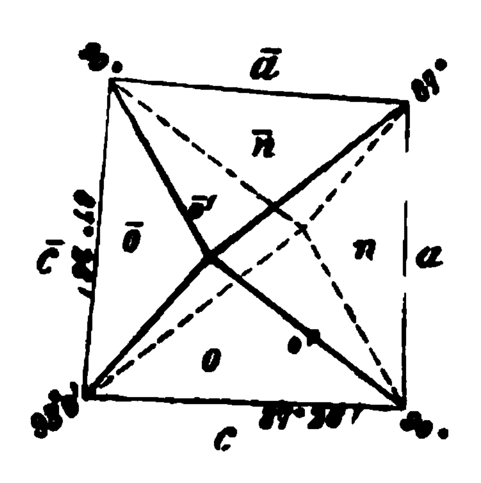


Fig. 4.

Für die Richtigkeit einer Erklärung der Gismondinformen durch Zwilligsbildungen nach Analogie des Bournonits sprachen auch Messungen, welche ich damals an einem Krystall von Capo di Bove durchführte. Die freie Ecke mit 4 Flächen ist eine Combination des I. und IV. Individuums von einem kreisförmig geschlossenen Juxtapositionsvierling nach s. An einem solchen zeigen drei Ecken den Winkel (der Normalen) 93^{0}, die vierte Ecke hingegen 81^{0}. Schon mit freiem Auge erkennt man, dass wirklich (vergl. Fig. 5) die Kanten $(o/o^{I}) : (o/o^{IV})$ zu einander geneigt sind. Eine approximative Messung ergab 79^{0}—80^{0}. Die Rechnung verlangt 81^{0}.

Beobachtet ward ferner:

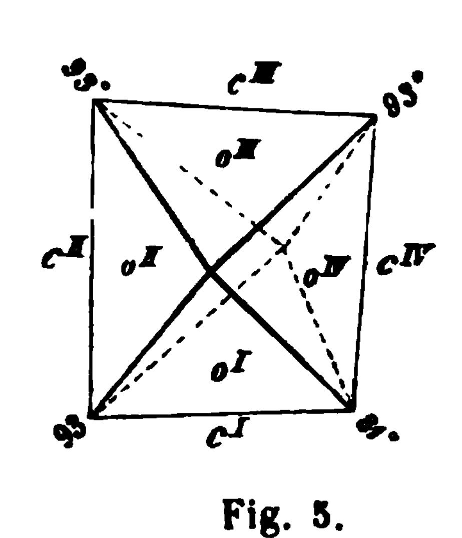


Fig. 5.

$o^{I}\, o^{I} = 87^{0}\, 15'$ gerechnet $oo = 87^{0}\, 26'$

$o^{IV}\, o^{IV} = 87^{0}—89^{0}$

$o^{I}\, o^{IV} = 56^{0}\, 40'$ $o^{I}\, o^{IV} = 56^{0}\ 0'$

$o^{I} : \begin{cases} o^{IV} \\ n^{III} \end{cases} = 58^{0}—59^{0}$

Die letzte Messung erklärt sich durch Interposition von Lamellen n^{III} in das Individuum IV. Hiedurch gelang es, die beobachteten Combinationen des Gismondin mit Hülfe des angenommenen Parametersystems zu interpretiren.

Soweit reichen meine früheren Beobachtungen und Hypothesen. Wenn ich nun heute mit denselben die neueren wichtigen Messungen von Streng und Seligmann vergleiche, so gestatten auch diese gleich den meinen die Annahme von Juxtapositionszwillingen.

Streng gibt für die zwei aufeinanderfolgenden Mittelkanten $87^{0}\, 22'$: $86^{0}\, 50'$; [$oo = \bar{o}\bar{o} = 87^{0}\, 26'$] an; ferner für »drei verschiedene Kanten eines Krystalls« $63^{0}\, 29'—63^{0}\, 39'$ [$o\bar{o} = 63^{0}\, 14'$]. Letzteres*) deutet auf einen kreisförmigen Juxtapositionszwilling. Hier sind die Polkantenwinkel z. B.:

$$o^{I}\, o^{II} = o^{II}\, o^{III} = o^{III}\, o^{IV} = 63^{0}\, 14' \qquad o^{IV}\, o^{I} = 56^{0}\ 0'$$

nach unserm adoptirten Parameter.

Eine ähnliche Ecke, aber der Combination IV : I mag**) Herrn Seligmann vorgelegen haben. Seine Angaben

$88^{0}\, 14'$ $87^{0}\, 48'$ $56^{0}\, 37'$ $57^{0}\, 20'$

differiren wohl im absoluten Zahlenwerthe etwas von $oo = \bar{o}\bar{o} = 87^{0}\, 26'$ $o^{I}\, o^{IV} = 56^{0}$; allein sie zeigen Uebereinstimmung bezüglich ihrer morphologischen Orientirung. Ebenso findet sich für dessen Angabe $P : m\breve{P}m = 3^{0}\, 20'$ ein Analogon in dem Winkel $n : \bar{o}' = 2^{0}\, 37'$.

In erster Annäherung genügt daher das prismatische System, um wenigstens die zerstreuten Beobachtungen in ein Bild zusammenzufassen. Bevor sich aber nicht am Gismondin sehr gut messbare Pinakoidflächen finden lassen, wird es schwer sein, das Parametersystem absolut genau. eventuell asymmetrisch festzustellen. Hiezu kommt noch, dass Streng so glücklich war, wahrhafte Penetrationsdrillinge des Gismondin aufzufinden.

---

*) Fig. 1—3 und Winkeltabelle lehren, dass keine einfache Combination von *so* vorliegen kann — Zwillinge von *s* nach *o*, lassen sich aber bis jetzt kaum unterscheiden von Zwillingen von *o* nach *s*.

**) Fig. 4—5 sind nicht die einzig denkbaren Zwillingscombinationen dieser Art. Nebst (011) könnte auch (0$\bar{1}$1) als Zwillingsfläche angesehen werden. Vergl. z. B. Bournonit, Aragonit u. s. w.

Diess spricht für eine morphologische Gleichwerthigkeit der Flächen *s*, *n*, *o*, und deren Winkel. Deshalb sind sicher manche der jetzt noch als einfache Zwillinge betrachteten Formen, mehrfache Zwillinge nicht blos nach *s*, sondern auch nach *n* und *o*; wahrhaft polysynthetische Individuen, ähnlich dem Leucit*). —

Die Hypothese: die Formen des Gismondin auf feldspathähnliche Symmetrie zu beziehen, habe ich ebenfalls geprüft. Man kann die prismatischen Symbole s, s', o, $\bar{o}$ mit den asymmetrischen Symbolen α, β, γ, m, vertauschen. Es sind dann gleichzusetzen

s	s'	o	$\bar{o}'$	o'	$\bar{o}$	mit
β (010)	γ (001)	m (110)	m'	$\bar{m}$	$\bar{m}'$	

und α kann (100) bedeuten. Dieser Annahme entsprechen circa die Winkel $m\bar{m} = 87\frac{1}{2}^0$, $mm' = 61\frac{1}{2}^0$, $\alpha\gamma = 53^0$, $\beta m = 59\frac{1}{2}^0$, $\gamma m = 60^0$. Hier ist die Juxtapositionsfläche 90° geneigt zu γ (001) angenommen, ähnlich wie bei anderen Zeolithen dieser morphologischen Gruppe. Trotzdem fehlt aber auch dann noch eine einfache, leichte Erklärung für die von Streng, Seligmann und mir gemessenen Winkel von 63° und 57°. Letztere müssten auf die Kanten mm' entfallen und verlangen jedenfalls für die Zone (010) (110) trikline Asymmetrie. Um aber für ein asymmetrisches System mit Aussicht auf Erfolg und Genauigkeit die Rechnung durchzuführen, bedarf es weit mehr Bestimmungsstücke, als bis jetzt an dem flächenarmen Gismondin beobachtet werden konnten.

Wien, 21. Juli 1877.

*) Gismondin ist mit seinen Winkeln 45° 15′ und (90°—46° 30′) eigenthümlich nahestehend dem Leucit mit 45° 0′ und 46° 28′.

XL. Mineralogische Mittheilungen.

(Neue Folge)

von

G. vom Rath in Bonn.

(Hierzu Taf. XXV.)

---

4. Ueber eine seltsame Verwachsung von Bournonit-Krystallen.

Zu den interessantesten Erscheinungen des Mineralreichs gehören unzweifelhaft die regelmässigen Verwachsungen der Krystalle. Während im Allgemeinen die Krystallisationskraft nur in dem Mikrokosmus des Krystalls selbst thätig ist, sehen wir in jenen Verwachsungen die Stellung bedingt und beeinflusst durch eine Kraft, welche an der Grenze oder jenseits des eigenen Krystallraums wirksam ist. Höchst mannichfach sind jene Verwachsungen, eigentliche Zwillinge verschiedenster Art, regelmässige Verbindungen verschiedenartiger Mineralien, parallele Gruppirungen gleichartiger Krystalle, ohne wahre Zwillinge zu bilden. Ein Beispiel der letzteren Art soll den Gegenstand dieser Mittheilung bilden. In der früher Krantz-schen Sammlung zog eine kleine Stufe von Nagyag meine Aufmerksamkeit auf sich, deren Etikette die Worte enthielt: »Bournonit sich zu Rädelerz gruppirend.« Das Stück besteht aus einer Schale von Quarz, welcher in zierlichen Krystallen ausgebildet ist; darauf sitzt röthlichbraune Blende in kugeligen Zusammenhäufungen, Manganspath in sattelförmig gekrümmten Rhomboëdern, endlich Bournonit. Der Manganspath erweist sich als das letztgebildete Mineral, indem er die anderen bedeckt und so namentlich die Prismen des Bournonits fast bis zum Scheitel einhüllt. Die Gruppirung des Bournonits, welche bereits Krantz auf der erwähnten Etikette bemerkte, hat das Befremdliche, dass die Krystalle, an denen fast nur die gemeinsam einspiegelnden basischen Flächen sichtbar, nicht eigentlich verwachsen sind, ja — soweit man sehen konnte — sich kaum berühren und dennoch in ihrer Stellung und Ausbildung sich augenscheinlich gegenseitig

bedingt haben. Bei der geringen Grösse dieses Gebildes (grösste Ausdehnung 2^{mm}) und der versteckten Lage, zufolge einer ungünstigen Aufwachsung, erheischte es grosse Mühe und Sorgfalt, die Gruppe ohne Beschädigung so weit frei zu legen, um die Individuen und ihre Stellung am Goniometer prüfen zu können. Es konnte nur nach dem Abschleifen eines Theils der quarzigen Stufe geschehen. Das Freilegen der Gruppe, welche, zumal bei ihrer geringen Grösse, zunächst den Eindruck einer wahren Zwillingsverwachsung hervorrief, schien auch wünschenswerth, um entscheiden zu können, ob nicht etwa die vier Prismen an ihrem unteren Ende wirklich mit einander verwachsen seien. Es enthüllte sich nun die Gruppirung, welche sehr vergrössert, doch mit möglichster Treue in den Figg. 1 und 1*a* dargestellt ist. Wählen wir, unter Beibehaltung der gewöhnlichen Flächenbuchstaben, diejenige Stellung und Grundform, welche Naumann, Miller, Dana und Hessenberg (Miner. Not. Nr. 5, S. 32, 1863) angenommen haben. Zirkel stellte bekanntlich in seiner Monographie des Bournonits (Sitzungsber. kais. Ak. Wien Bd. 45, 13. März 1862), die Krystalle in der Weise aufrecht, dass die Basis jener Autoren zum Brachypinakoid wird, während das Makropinakoid seine Bedeutung bewahrt. Die in unserer Gruppe beobachteten Flächen sind folgende:

$$
\begin{array}{lll}
y = & P, & (111) \\
u = & \tfrac{1}{2}P, & (112) \\
m = & \infty P, & (110) \\
l = & \infty \bar{P}\tfrac{3}{2}, & (320) \\
e = & \infty \bar{P}2, & (210) \\
n = & \breve{P}\infty, & (011) \\
\nu = & 3\breve{P}\infty, & (031) \\
o = & \bar{P}\infty, & (101) \\
a = & \infty\bar{P}\infty, & (100) \\
b = & \infty\breve{P}\infty, & (010) \\
c = & oP, & (001)
\end{array}
$$

Das Brachydoma ν ist neu. Es wurde abgeleitet aus der Messung $\nu : c = 69^0\ 39'$; berechnet $= 69^0\ 37'$ (unter Zugrundelegung der von Zirkel bestimmten Fundamentalwinkel). Die zur Bestimmung der gegenseitigen Stellung der Individuen nöthigen Messungen konnten mit dem grossen Goniometer ausgeführt werden. Zunächst wurde konstatirt, dass die Basen sämmtlicher vier Kryställchen vollkommen in ein Niveau fallen. Die Stellung der Individuen I, II und IV resultirt aus den beiden Messungen:

$$a\text{I} : a\text{IV} = 79^0\ 59'; \qquad a\text{I} : a\text{II} = 92^0\ 28'.$$

Da ein Reflex der Fläche *a* III wegen ungünstiger Lage des Krystalls in keiner Weise zu gewinnen war, so wurde zunächst die Kante *c* : *n* am Kr. III $= 41^0\ 48'$ bestimmt, dann *n* III : *a* I $= 48^0\ 52'$, auch konstatirt, dass *c* I und *c* III vollkommen normal zu *a* stehen. Diese Messungen ermög-

lichen es nun, zunächst den Winkel a I zu a III = 9° 16½′ und daraus a III : a IV = 90° 44½′ sowie a II : a III = 96° 48½′ zu berechnen.

Es ergibt sich aus dem Gesagten, dass weder zwei anliegende Individuen in Zwillingsstellung sich befinden, noch auch zwei gegenüberliegende als Fortwachsungen betrachtet werden können. Die Individuen I und II legen allerdings annähernd eine Prismenfläche m (als m' bezeichnet) in gleiches Niveau; man könnte geneigt sein, sie als Zwillinge — verwachsen mit einer Fläche normal zur Zwillingsebene — zu betrachten. Dieser Deutung würde indess der Winkel 92° 28′ entgegenstehen, welcher mehr als 1° von der Zwillingskante des Bournonits (93° 40′) abweicht; auch sind die Zwillinge des Bournonits stets mit der Zwillingsebene, nicht aber mit einer zu ihr normalen verwachsen. Die Parallelität der vier Individuen beschränkt sich also auf die gemeinsame Verticalaxe. Eine gewisse Hinneigung zur Zwillingsbildung tritt indess unleugbar hervor. Ganz seltsam ist auch das unsymmetrische Auftreten der Prismenflächen, wodurch die Individuen eine keilförmige Gestalt erhalten und sich zu einer centralen Axe zusammenfügen können. Die Individuen III und IV ragen etwas über die beiden anderen hervor, wie es auch in Fig. 1 wiedergegeben ist. Die Prismenflächen sind durch alternirendes Auftreten stark gestreift; sie geben statt scharfer getrennter Reflexe langgezogene Bilder. Da die Individuen III und IV fast rechtwinklig stehen, so fallen die Flächen o und c des Ind. III und ν, n, c, a des Ind. IV sehr nahe in eine Zone.

Eine der geschilderten Gruppirung ähnliche Verwachsung beobachtete ich auch an dem Bournonit von Horhausen. Die Krystalle dieses Fundorts, aufgewachsen auf Eisenspath, sind durch Vorherrschen der Basis c tafelförmig. Neben der fast nie fehlenden Zwillingsbildung (parallel ∞P, m) kommen auch Verwachsungen zweier Individuen vor, welche ihre Basis zwar vollkommen ins Niveau legen, im Uebrigen aber keine gesetzmässige Stellung besitzen.

5. Der Kalkspath von Bergen Hill, New-Jersey.

Der Diabas von Bergenhill ist, seitdem der bekannte Bahntunnel gebrochen wurde, berühmt durch die Schönheit und Mannichfaltigkeit der auf den Klüften und in den Drusen aufgewachsenen Mineralien, unter denen vorzugsweise Datolith*), Pektolith, Analcim, Apophyllit, Natrolith, Desmin (Stilbit, Dana) und Kalkspath zu erwähnen sind. Der Kalkspath dieser Fundstätte scheint neben den andern ihn begleitenden Mineralien die Aufmerksamkeit nicht in dem Maasse auf sich gezogen zu haben, wie er sie wegen der neuen Combinationen und seiner ungewöhnlichen Ausbildungsweise verdient. Die einzige Notiz, welche ich — und zwar erst nach Voll-

*) S. Datolith from Bergen Hill. By Edw. Dana. American Journ. of Sciences and Arts, Vol. 4. July 1872.

endung dieser Studien — über das Vorkommen in Rede finde, gibt Dana in seinem klassischen Werke: Descriptive Mineralogy S. 681: »In N.-Jersey at Bergen, fine crystallizations of yellow calcite, with datolite etc. in trap.« Die beigefügte sehr kleine Fig. 552 (S. 670) zeigt die Combination des Rhomboëders $-\frac{5}{4}R$ $(05\bar{5}4)$ nebst dem Skalenoeder $-\frac{7}{5}R\frac{3}{2}$ $(7.\ 35.\ \bar{42}.\ 20)$, einer durch Dana neu bestimmten Form.

Mit dankenswerther Bereitwilligkeit stellte Hr. Stürtz hierselbst das ganze in seinem Besitz befindliche Material (aus 6 Stufen bestehend) zu meiner Verfügung. — Diese vorliegenden Stufen zeigen den Kalkspath, ohne Begleitung anderer Mineralien, auf Serpentin aufgewachsen. Die Krystalle liegen im Allgemeinen nicht sehr frei auf der Gesteinsfläche, sondern zusammengehäuft und lassen gewöhnlich nur einen Scheitel frei ausgebildet erkennen. Hierin beruht wohl der Grund, weshalb diese flächenreichen und ausgezeichneten Formen bisher nicht in gebührender Weise beachtet wurden. — Die Krystalle sind nicht von gleichem Typus; fast allen scheint indess gemeinsam die eigenthümliche Ausbildungsweise in Fortwachsungen; man unterscheidet eine primäre Bildung, den Kernkrystall, und eine secundäre Bildung, welche eine Hülle um jenen darstellt oder scepterähnlich den Scheitel des ältern Krystalls krönt. Beide Krystallisationen zeigen verschiedene Combinationsformen, die gegenseitige Verbindung des Hüllen- oder Scepterkrystalls mit dem Kernkrystall ist sehr merkwürdig. Mit der Hüllenbildung hängt auch der eigenthümliche Glanz des Bergenhiller Kalkspaths zusammen; das Hindurchscheinen der Flächen des Kernkrystalls bedingt einen Perlmutterglanz der Oberfläche. Gewisse Stufen besitzen einen fettähnlichen Glanz, welcher gleichfalls durch die Fortwachsung hervorgebracht zu werden scheint. Die Grösse der Krystalle beträgt gewöhnlich nur 1 bis 2 Ctm., erreicht indess auch 3 Ctm. und mehr. Es sollen zunächst die von mir beobachteten Formen aufgeführt und daran einige Bemerkungen über die Ausbildung der Krystalle geknüpft werden.

$R = (10\bar{1}1)$	$R\frac{17}{3} = (17.\ \bar{7}.\ \bar{10}.\ 3)$
$4R = (40\bar{4}1)$	$\frac{6}{7}R3 = (18.\ \bar{6}.\ \bar{12}.\ 7)$
$-\frac{1}{2}R = (01\bar{1}2)$	
$-2R = (02\bar{2}1)$	$-\frac{6}{5}R\frac{5}{3} = (2.\ 8.\ \bar{10}.\ 5)$
$-\frac{7}{5}R = (07\bar{7}5)$	$-\frac{11}{12}R\frac{7}{3} = (22.55.\bar{77}.36)$
$oR = (0001)$	$-\frac{19}{15}R\frac{91}{57} = (17.74.\bar{91}.45)$
$\frac{5}{11}R\frac{9}{5} = (9.\bar{2}.\bar{7}.11)$	$-\frac{17}{12}R\frac{73}{51} = (11.62.\bar{73}.36)$
$R3 = (3\bar{1}\bar{2}1)$	$-\frac{20}{13}R\frac{11}{5} = (12.32.\bar{44}.13)$

Mit Ausnahme von $R3$ (dem Hauptskalenoëder) und $R\frac{17}{3}$ sind sämmtliche andern (7) Skalenoëder des Bergenhiller Kalkspaths, zu denen noch das von Dana aufgefundene $-\frac{7}{5}R\frac{3}{2}$ hinzutritt, bisher nicht beobachtet worden. Obgleich alle diese Formen mit dem Fernrohr-Goniometer ge-

messen wurden, so konnte die Bestimmung doch nicht bei allen mit gleicher Sicherheit geschehen, wie es bei jedem einzelnen Skalenoëder genauer anzugeben sein wird. Ein Blick auf die Symbole lehrt schon, dass die Krystalle in Rede wohl geeignet sind, einen Beitrag zu der Frage zu liefern, bis zu welchem Maasse die Axenschnitte der Kalkspath-Flächen sich irrationalen Verhältnissen nähern können. In der That sehen wir bei zweien der obigen Skalenoëder die Axenschnitte durch noch complicirtere Bruchzahlen dargestellt, als bei jenem merkwürdigen Krystall des Forte Falcone auf Elba ($-\frac{11}{20}R\frac{47}{31}$; s. Pogg. Ann. Bd. 158, S. 415; und Mineral. Beiträge, Verh. d. naturh. Vereins Rheinl. Westf. XXXIV. 5. Folge IV. Bd., Sep. S. 65, 1877).

$\frac{5}{11}R\frac{9}{5}$ (s. Fig. 2), welches meist den Scheitel der Krystalle bildet, fällt in den oberen Theil der Kantenzone des Hauptrhomboëders. d. h. zwischen R und $-\frac{1}{2}R$, die Polkanten von R zuschärfend.

Die Kanten dieses Skalenoëders betragen

X (kurze Polkante)	=	51° 59′ 5″;
Y (lange Polk.)	=	14° 23′ 10″;
Z (Lateralk.)	=	111° 24′ 31.
Neigung von X zur Verticalen		63° 44′ 46
» » Y » »		54 20 36

Bekanntlich bestimmt jedes Skalenoëder vier, sog. verhüllte Rhomboëder; zunächst zwei durch die beiderlei Polkanten, das Rhomboëder der langen Polkanten $= y$, dasjenige der kurzen $= x$; ferner zwei durch die Combinationskanten seiner Flächen mit dem ersten hexagonalen Prisma ∞R, nämlich das Rhomboëder R durch die stumpfen kürzeren, das Rhomboëder r durch die schärferen längeren jener Combinationskanten. Für $\frac{5}{11}R\frac{9}{5}$ ist:

$$y = -\frac{16}{11}R, \quad x = R, \quad k = -\frac{2}{11}R, \quad r = \frac{17}{11}R.$$

Aus derselben Abtheilung der Kantenzone von R (liegend zwischen den Flächen R und $-\frac{1}{2}R$) sind nun folgende Skalenoëder bekannt (geordnet nach zunehmender Höhe):

$-\frac{1}{5}R3$	(Höhe: 0,600)	$\frac{1}{3}R\frac{7}{3}$	(Höhe: 0,777)	$\frac{5}{8}R\frac{7}{5}$	(Höhe: 0,875).
$-\frac{1}{8}R5$	(» 0,625)	$\frac{2}{5}R2$	(» 0,800)	$\frac{2}{3}R\frac{4}{3}$	(» 0,888)
$\frac{1}{10}R7$	(» 0,700)	$\frac{5}{11}R\frac{9}{5}$	(» 0,848)	$\frac{7}{10}R\frac{9}{7}$	(» 0,900)
$\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$	(» 0,733)	$\frac{1}{2}R\frac{5}{3}$	(» 0,833)	$\frac{4}{5}R\frac{7}{6}$	(» 0,933)
$\frac{1}{4}R3$	(» 0,750)	$\frac{4}{7}R\frac{3}{2}$	(» 0,857)		

Es sind demnach jetzt 14 Skalenoëder bestimmt, deren Flächen zwischen $-\frac{1}{2}R$ und R liegen, indem ihre Combinationskanten mit $-\frac{1}{2}R$ zwischen folgenden Winkeln schwanken: 8° 42⅔′ (bei $-\frac{1}{5}R3$) und 33° 35½′ (bei $\frac{4}{5}R\frac{7}{6}$). Es ergeben sich demnach 14 Flächenlagen innerhalb eines Winkels von 24° 53′. Noch gedrängter erscheinen die Flächen dieser Zonenabtheilung, wenn wir die drei niedrigsten Formen ausser Betracht

lassen. Die Flächen der elf andern Formen vertheilen sich dann innerhalb eines Winkels von 13° 55′, so dass der mittlere Unterschied der Flächenlage nur $1\frac{1}{4}$° beträgt.

Die Bestimmung der Form $\frac{5}{11}R\frac{8}{5}$ geschah durch die Messung der Kante Y (die 3 Kanten des freien Scheitels eines Krystalls ergaben: 14° 30′. 14° 30′$\frac{1}{2}$. 14° 31′$\frac{1}{2}$. An zwei anderen Krystallen wurde dieselbe Kante gemessen 14° 32′ und 14° 26′) sowie durch die Beobachtung der Zonenlage. Während die ähnlich wie unser neues Skalenoëder liegenden Formen meistens wegen gestreifter Flächen nicht genau messbar sind, erschienen die Flächen von $\frac{5}{11}R\frac{8}{5}$ glänzend und gaben scharfe Bilder. Um so bestimmter konnte eine Anomalie in der Bildung der Kante X konstatirt werden. Für die beiden genau messbaren Kanten X des ersterwähnten Krystalls ergaben sich die Werthe: 52° 36′$\frac{1}{2}$. 52° 26′. An andern Krystallen ergab sich X = 52° 27′ resp. 52° 28′$\frac{1}{2}$. Die Abweichung gegen den berechneten Winkel ist demnach ca. 30′. Einen Grund dieser auffallenden Störung weiss ich nicht anzugeben.

Die Flächen des Hauptskalenoëders $R3$ tragen eine sich unter einem spitzen Winkel begegnende doppelte Streifung; in der obern Flächenhälfte horizontal, parallel der Combinationskante mit $\frac{6}{7}R3$, in der untern schief, parallel der Kante mit $\infty P2$. Die Kante Y wurde gemessen = 35° 34′ (ber. = 35° 35$\frac{1}{4}$).

$R\frac{17}{3}$ tritt nur untergeordnet auf, als Abstumpfung der Kanten $R3$: $\infty P2$. Ihre Bestimmung geschah durch eine angenäherte Messung.

Für $\frac{6}{7}R3$ berechnen sich folgende Kanten:

X =	73°	22′	42″
Y =	34	40	40
Z =	52	36	55
Neigung von X =	30	35	51
Y =	25	19	3

$$y = \frac{30}{7}R, \quad x = +\frac{24}{7}R, \quad k = -\frac{6}{7}R, \quad r = +\frac{12}{7}R.$$

Die Bestimmung dieser Form war schwierig, weil die Flächen keine ganz scharfen Messungen erlauben. Ich erhielt X = 72° 52′; Y = 35° 20′ und an einem zweiten Kr. 35° 46′. Die Flächen $\frac{6}{7}R3$ scheinen parallelkantig zwischen zwei zu einer X-kante zusammenstossenden Flächen $-\frac{20}{13}R\frac{11}{5}$ zu liegen. Es ist dies indess nicht vollkommen der Fall, wenngleich die Abweichung nur eine äusserst geringe ist, weit geringer als Fig. 2 — um überhaupt die Nicht-Parallelität zur Anschauung zu bringen —, andeutet. Die beiden Skalenoëder $R3$ und $\frac{6}{7}R3$ müssen eine horizontale Combinationskante bilden. Zuweilen ist dies augenscheinlich der Fall; doch beobachtet man auch wohl eine Abweichung. Bei dem sehr stumpfen Werth der Combinationskante und der Neigung von $\frac{6}{7}R3$, sich gegen dieselbe hin etwas zu wölben, bietet die Richtung der Combinationskante kein

sicheres Kennzeichen dar. Es waren bis jetzt fünf Skalenoëder bekannt, welche horizontale Combinationskanten mit $R3$ bilden; nach wachsender Höhe geordnet, sind es die folgenden $\frac{1}{4}R3$, $\frac{2}{5}R3$, $\frac{4}{5}R3$, $2R3$, $4R3$. Die neue Form stellt sich — wenn ihre Combinationskanten mit $R\,3$ wirklich genau horizontal sind — in die Mitte dieser Reihe. Wie diese Formen zum Hauptskalenoëder, so verhalten sich — $\frac{1}{5}R'3$, — $\frac{1}{2}R3$, — $\frac{2}{5}R3$, — $\frac{4}{5}R3$, — $2R3$ zu $R3$. — Die Form $\frac{6}{7}R3$ kann nur als eine vermuthungsweise ermittelte betrachtet werden.

Es folgen nun die negativen Skalenoëder, welche am Bergenhiller Kalkspath nicht nur der Zahl nach, sondern meist auch zufolge ihrer Flächenausdehnung vorherrschen und so den ganzen Typus dieses Vorkommens bedingen.

— $\frac{6}{5}R\frac{5}{3}$, herrschend an den tafelförmigen Krystallen (Fig. 4), sowie an den Kernkrystallen (Fig. 3).

$$X = 82^0\ 49'\ 48''$$
$$Y = 19\quad 2\ \ 27$$
$$Z = 68\ \ 26\ \ 20\tfrac{1}{2}$$
$$\text{Neigung von } X = 40\ \ 11\ \ 24\tfrac{1}{2}$$
$$\text{Neigung von } Y = 29\ \ 23\ \ 15$$
$$y = +\tfrac{18}{5}R,\quad x = -\tfrac{12}{5}R,\quad k = +\tfrac{2}{3}R,\quad r = -\tfrac{8}{3}R.$$

An tafelförmigen Krystallen, Combinationen von oR, — $\frac{7}{5}R$, — $\frac{6}{5}R\frac{5}{3}$ (gleich dem untern Theil der Fig. 4) habe ich zum Zwecke der Bestimmung des neuen Skalenoëders zahlreiche Messungen angestellt: $X = 82^0\ 40'$ (ungefähre Messung), $Y = 18^0\ 28'$; $18^0\ 44'\frac{1}{2}$. $Z = 69^0\ 10'$; $69^0\ 5'$; $69^0\ 20'$. Für die Combinationskante — $\frac{7}{5}R$: — $\frac{6}{5}R\frac{5}{3}$ ergaben sich die Werthe $11^0\ 8'$; $11^0\ 15'$; $11^0\ 10'$. Ferner R (durch Spaltung dargestellt) zu einer anliegenden Fläche — $\frac{6}{5}R\frac{5}{3} = 41^0\ 38'$; $41^0\ 45$. Obgleich die Messungen namhafte Differenzen von den berechneten Werthen ergeben (namentlich in Bezug auf die Kanten Y und Z), so halte ich die Form — $\frac{6}{5}R\frac{5}{3}$ dennoch für eine sicher bestimmte und möchte die Abweichungen irgend welchen, uns noch nicht näher bekannten Störungen zuschreiben, welchen wir bei den negativen Skalenoëdern häufig begegnen. Unter allen bisher bekannten Formen kann die neue Form in Rede nur mit einer einzigen in nähern Vergleich kommen; es ist das von Hessenberg an einem Andreasberger Kalkspath bestimmte Skalenoëder — $\frac{1}{4}R\frac{11}{11}$ (V. Hess. Min. Not. No. **11**, S. 18 und Fig. 19; 1873) deren Kanten von Demselben berechnet wurden: $X = 84^0\ 16'\ 28''$; $Y = 16^0\ 31'\ 54''$; $Z = 70^0\ 53'\ 22''$. Die Axenschnitte zeigen hochzifferige Indices, indem sie für die Zwischenaxen Brüche darstellen, deren Nenner 100 übersteigt. Solche Indices sind, zumal wenn die Messungen wegen Krümmungen und Mattigkeit der Flächen nicht ganz scharf ausgeführt werden können, durch etwas einfachere zu ersetzen.

$- \frac{11}{2} R \frac{7}{3}$ (s. Fig. 5).

$X = 75^0\ 30\ \ 58''$
$Y = 28\ \ 21\ \ 12$
$Z = 61\ \ 58\ \ 46$
Neigung von $X = 36\ \ 23\ \ 59$
Neigung von $Y = 28\ \ 56\ \ 24$

$y = + \frac{11}{3} R, \quad x = - \frac{11}{4} R, \quad k = + \frac{11}{18} R, \quad r = - \frac{55}{36} R.$

Diese Form tritt vorzugsweise bei den Kernkrystallen auf; ich fand dies Skalenoëder und zwar als herrschende Form, stets mit beginnenden Neubildungen d. h. Fortwachsungen. Diese zweite Kalkspathformation setzt sich theils auf dem Scheitel, theils auf der Kante X jenes Skalenoëders und zwar nahe seiner Lateralecke an; während die Kante Y frei bleibt. Die Flächen dieser neuen Form sind sehr glatt und glänzend, zuweilen recht genaue Messungen gestattend, bisweilen indess wegen Wölbung unbestimmte Bilder gebend. Die erhaltenen Winkel sind schwankend und weichen stets ziemlich bedeutend von den berechneten Werthen ab. Ich mass $X = 74^0\ 33'$; $74^0\ 28'$; $74^0\ 8'$; $74^0\ 0'$; $73^0\ 50'$. $Y = 29^0\ 18'$; $29^0\ 13'$ $29^0\ 5'$; $29^0\ 19'$; $30^0\ 0'$. Z (konnte nur je ein Mal an zwei Krystallen gemessen werden) $= 61^0\ 56$; $61^0\ 5'$. Nach manchen vergeblichen Rechnungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass trotz der Abweichungen der gemessenen von den berechneten Winkeln jene Formel $- \frac{11}{2} R \frac{7}{3}$ diejenige ist, welche das in Rede stehende Skalenoëder am besten darstellt, wenn wir nicht allzu komplicirte Axenschnitte d. h. solche mit dreizifferigen Zahlen zulassen wollen. Letzteres würde sich nur dann rechtfertigen, wenn durch die komplicirte Formel den Messungen genau entsprochen würde. Dies ist aber nicht der Fall. Um den Messungen näher zu kommen, haben wir nämlich die Wahl zwischen folgenden beiden Skalenoëdern:

$- \frac{8}{9} R \frac{115}{48} = (67.\ 163.\ \overline{230}.\ 108).$

$X = 74^0\ 50'\ 24''$
$Y = 28\ \ 55\ \ 38$
$Z = 61\ \ 57\ \ 49$
Neigung von $X = 36\ \ 23\ \ 59$
von $Y = 29\ \ \ 7\ \ 30$

$- \frac{17}{20} R \frac{127}{51} = (38.\ 89.\ \overline{127}.\ 60)$

$X = 73^0\ 53'\ \ 8''$
$Y = 29\ \ 44\ \ 26$
$Z = 61\ \ 53\ \ 51$
Neigung von $X = 36\ \ 23\ \ 59$
von $Y = 29\ \ 23\ \ 15$

Keine dieser beiden Formeln ergibt eine so befriedigende Uebereinstimmung mit den Messungen, dass wir uns mit den hochzifferigen Indices versöhnen könnten. Von den bisher bekannten Skalenoëdern kann nur ein

einziges hier zum Vergleich herangezogen werden; es ist die von Hessenberg (Min. Not. Nr. 7, 1870) an einem Krystall vom Obern See vermuthungsweise bestimmte, von ihm indess später wieder als »unsicher wegen mangelhafter Flächenbeschaffenheit« bezeichnete Form $-\frac{7}{8}R\frac{27}{11}$. Des Cloizeaux (Min. T. II, p. 106), welcher letzteren Ausdruck wegen der sehr hochzifferigen, daraus resultirenden Indices als unannehmbar betrachtet, substituirt dafür $-\frac{4}{3}R\frac{5}{2}$. Dieselben Krystalle, welche die eben besprochene Form als Träger zeigen, bieten noch zwei andere Skalenoëder mit sehr glänzenden, schmalen Flächen dar (ν und μ). Sie treten stets mit $-2R$ in der Weise auf, wie Fig. 5 es andeutet. Beide Skalenoëder liegen einander so nahe, und scheinbar parallelkantig auf der Polkante Y des Trägers, dass es ohne genaue Prüfung am Goniometer sich nicht ermitteln lässt, welche von beiden Formen (und ob überhaupt eine von ihnen) eine wahre Zuschärfung jener Kante bildet. Die Untersuchung der in Rede stehenden Flächen bewies mir, wie schwierig es zuweilen beim Kalkspath ist, wahre von täuschenden Zonen zu unterscheiden. Nachdem ich zuerst ν für eine Zuschärfung der Kante Y von $\frac{11}{12}R\frac{7}{3}$ gehalten, gelang erst nach eingehender Prüfung der Nachweis, dass nicht ν, sondern μ jene parallelkantige Zuschärfung bildet, und dass der Kantenparallelismus $-2R:\nu:\mu$ ein nur scheinbarer ist.

$-\frac{19}{15}R\frac{21}{17}$ (μ).

$$X = 84^0\ 23'\ 24''$$
$$Y = 17\ \ 45\ \ \ 2$$
$$Z = 68\ \ 37\ \ 47$$
$$\text{Neigung von } X = 40\ \ 44\ \ 25$$
$$\text{von } Y = 28\ \ 56\ \ 24$$

$$y = +\frac{11}{3}R, \quad x = -\frac{13}{5}R, \quad k = +\frac{17}{15}R, \quad r = -\frac{19}{15}R.$$

Die Messungen der Kante X ergaben 83° 56′, 84° 2′; während Y bestimmt wurde 18° 10′, 18° 2′, 17° 58′, 17° 44′.

Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Messung dieser sehr schmalen Flächen, welche in X nicht wirklich zur Berührung kommen, sondern durch eine verhältnissmässig breite, die Genauigkeit der Einstellung beeinträchtigende Fortwachsung getrennt sind, ist die Uebereinstimmung eine befriedigende zu nennen und die neue Form darf als sicher bezeichnet werden.

Eine sehr ähnliche Lage wie μ besitzt:

$-\frac{17}{12}R\frac{73}{51}$ (ν).

$$X = 87^0\ 57'\ 37''$$
$$Y = 14\ \ \ 9\ \ 12$$
$$Z = 70\ \ 18\ \ 29$$
$$\text{Neigung von } X = 40\ \ 59\ \ 16$$
$$\text{von } Y = 28\ \ 23\ \ 53$$

$$y = +\frac{15}{4}R, \quad x = -\frac{7}{8}R, \quad k = +\frac{11}{36}R, \quad r = -\frac{31}{18}R.$$

Gemessen Kante $X = 87^0\ 54'$, $87^0\ 50'$. Kante $Y = 13^0\ 50'$, $58'$, $58'$; $14^0\ 4'$, $6'$, $10'$, $16'$, $18'$, $18'$, $20'$, $22'$; im Mittel $= 14^0\ 10'$.

Auch diese Form kann demnach als eine wohlbestimmte betrachtet werden. An einem trefflichen Krystall wurden ferner folgende Combinationskanten bestimmt — $2R : \nu = 7^0\ 10'$. — $2R : \mu = 8^0\ 57'$. $\mu : \nu = 1^0\ 50'$.

Den beiden Skalenoëdern μ und ν schliesst sich jene von Dana bestimmte Form sehr nahe an:

$-\frac{7}{5} R \frac{3}{2}$.

$$X = 87^0\ 15'\ 6''$$
$$Y = 15\ \ 51\ \ 54$$
$$Z = 68\ \ 13\ \ 30\tfrac{1}{2}$$
$$\text{Neigung von } X = 39\ \ 36\ \ 32$$
$$\text{von } Y = 27\ \ 46\ \ 18\tfrac{1}{2}$$
$$y = +\tfrac{77}{20} R,\quad x = \tfrac{49}{20} R,\quad k = +\tfrac{7}{20} R,\quad r = -\tfrac{7}{4}.$$

Gemessene Winkel finden sich nicht angegeben.

Die bisher aufgeführten negativen Skalenoëder $-\frac{6}{5} R \frac{5}{3}$, $-\frac{11}{12} R \frac{7}{3}$, $-\frac{13}{15} R \frac{21}{17}$, $-\frac{17}{12} R \frac{73}{51}$, $-\frac{7}{5} R \frac{3}{2}$ bilden eine schöne Gruppe ähnlich liegender Formen, deren nahe Beziehungen man wohl am besten aus den Neigungen ihrer Kanten X und Y zur Vertikalen erkennt. Dieselben betragen folgeweise:

für $X = 40^0\ 11'\tfrac{1}{2}$, $36^0\ 24'$, $40^0\ 11'\tfrac{1}{2}$, $40^0\ 59'\tfrac{1}{2}$, $39^0\ 36'\tfrac{1}{2}$

für $Y = 29\ \ 23\tfrac{1}{2}$, $28\ \ 56\tfrac{1}{2}$, $28\ \ 56\tfrac{1}{2}$, $28\ \ 24$, $27\ \ 46\tfrac{1}{2}$.

Trägt man die Sektionslinien sämmtlicher bisher betrachteter Skalenoëder in eine Linearprojektion ein, so nimmt man sogleich wahr, dass die vier nahe zusammengedrängten Sektionspunkte, welche den Kanten Y jener fünf Skalenoëder entsprechen, zwischen die Sektionspunkte der Kanten X der beiden positiven Skalenoëder $R3$ und $\frac{4}{7}R3$ fallen ($26^0\ 52\tfrac{3}{4}'$ und $30^0\ 35'\tfrac{1}{2}$).

Unter den bisher und von andern Fundorten bekannten Skalenoëdern kann den drei zuletzt angeführten Formen $-\frac{13}{15}R\frac{21}{17}$, $-\frac{17}{12}R\frac{73}{51}$, $-\frac{7}{5}R\frac{3}{2}$ nur verglichen werden eine von Sella (Studi sulla Mineralogia sarda p. 22, 23) am Kalkspath von Traversella ermittelte Form $-\frac{7}{5}R\frac{11}{7}$ mit den Kanten $X = 86^0\ 47'\ 48''$. $Y = 17^0\ 33'\ 53''$. $Z = 65^0\ 46'\ 23''$ (berechnet von Hessenberg).

Es bleibt uns nun noch eine neue und zwar vortrefflich ausgebildete Form zur Betrachtung übrig (Fig. 2, 3, 4), $-\frac{29}{13}R\frac{11}{5}$.

$$X = 83^0\ 41'\ 22''$$
$$Y = 28\ \ 58\ \ 32$$
$$Z = 46\ \ 56\ \ \ 7$$
$$\text{Neigung von } X = 25\ \ 12\ \ 16$$
$$\text{von } Y = 19\ \ \ 7\ \ 36$$
$$y = +\tfrac{79}{13}R,\quad x = -\tfrac{49}{13}R,\quad k = +\tfrac{19}{13}R,\quad r = -\tfrac{29}{13}R.$$

Die Messungen stimmen in sehr befriedigender Weise mit den berechneten Werthen überein; ich erhielt für:

$X = 83^0\ 42', 45', 44', 44', 45', 45', 47'$; für
$Y = 28^0\ 57^0, 56', 56', 56', 55', 55', 55'.$

In der Bestimmung dieser letzteren Form, welche besonders bezeichnend für die Fortwachsungen unseres Kalkspaths ist, unterstützte mich John Irby aus Lynchburg in Virginien, welcher vor Kurzem eine Preisaufgabe unserer Universität »Kritische Untersuchung über die Skalenoëder des Kalkspaths« rühmlich löste. In der Projektion scheinen die Sektionspunkte der Kante X (Neigung zur Vertikalen $= 25^0\ 12'\ 16''$) von $-\frac{20}{13}R\frac{11}{5}$ und der Kante Y (Neigung $= 25^0\ 19'\ 3''$) von $\frac{8}{7}R3$ zusammenzufallen. Von grossem Interesse ist die Vergleichung der neu bestimmten Bergenhiller Form mit dem an den Krystallen vom Forte Falcone auf Elba, gleichfalls in Combination mit dem Hauptskalenoëder auftretenden Skalenoëder $-\frac{31}{20}R\frac{67}{31}$ (s. Pogg. Ann. 158, 414) dessen Winkel nach einer neuen Berechnung Irby's die folgenden sind:

$X =$	84^0	$2'$	$58''$
$Y =$	28	27	43
$Z =$	47	28	57
$X : c =$	25	30	12
$Y : c =$	19	16	5

Es ist gewiss bemerkenswerth, dass zwei Skalenoëder von solcher Aehnlichkeit, dass ihre Sektionslinien in der Linearprojection beinahe in ihrer ganzen Ausdehnung zusammenfallen, doch von der Natur scharf ausgebildet und zweifellos zur Erscheinung gebracht werden. Diese Thatsache verleiht genauen und in sich übereinstimmenden Messungen am Kalkspath ein besonderes Gewicht und lässt es ungerechtfertigt erscheinen, einer einfacheren Formel zulieb, Messungen in wesentlichem Grade zu korrigiren.

Die mir vorliegenden Kalkspath-Stufen von Bergenhill zeigen fast immer Fortwachsungen; d. h. es lässt sich eine ältere und eine jüngere Bildung unterscheiden, welche zwar nur ein krystallonomisches Individ darstellen, aber vermöge ihrer verschiedenen Flächencombination sich auffallend von einander unterscheiden. Die jüngere Bildung zeichnet sich — von der eigentlichen Scheitelkrystallisation abgesehen — durch spitzere Formen, durch Skalenoëder grösserer Höhe, vor den älteren Wachsthumgestalten aus.

Von der gewöhnlichsten Fortwachsung soll Fig. 3 eine Vorstellung geben. Der primäre Krystall ist eine Combination von $-2R$, $-\frac{7}{5}R$, $-\frac{6}{5}R\frac{5}{3}$ und oR, während die jüngere Bildung als eine Combination von $R3$, $-\frac{20}{13}R\frac{11}{5}$, häufig noch mit $\frac{8}{7}R3$, emporstrebt und mit den Flächen $\frac{5}{11}R\frac{9}{5}$, $-\frac{1}{2}R$ ihren Scheitel krönt. Bei den in Rede stehenden Krystallen (Fig. 3)

besitzen die Flächen des Kernkrystalls eine Neigung zur Wölbung, während dieselben Flächen, wo sie den Rand der tafelförmigen Gestalt (Fig. 4) bilden, glänzend und eben sind. Der Kernkrystall (Fig. 3) hat eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Combination von Andreasberg ($-2R$, $-\frac{1}{2}R$, oR, $-\frac{36}{35}R2$), welche ich in einer früheren Mittheilung (Pogg. Ann. **132**, 522, und Taf. IV, Fig. 14) beschrieb. Niemals sah ich die ältere Bildung vollkommen umhüllt von der jüngeren, vielmehr bleiben bei den Krystallen von diesem Typus stets gewisse Theile der Randzone von der Neubildung frei. Es gilt dies auch in Bezug auf Fig. 2. Die Anfügung beider Kalkspath-Formationen geschieht nicht regellos, sondern in ganz bestimmter Weise, bis in die feinsten Einzelheiten sich wiederholend. Beide Bildungen halten sich in ihren Combinationsformen streng geschieden, ihre gegenseitige Verwachsung erinnert fast mehr an eine Parallel-Association zweier verschiedenen Mineralien als an eine Fortwachsung eines chemisch identischen Körpers. Während Fig. 3 ein allgemeines Bild der in Rede stehenden Vereinigung gibt, wenn wir uns nämlich ein gleiches kappenförmiges Gebilde auch auf der Unterseite, soweit dieselbe entwickelt ist, aufgesetzt denken, so soll Fig. 6 die Vereinigung etwas genauer darstellen, wenngleich es nicht möglich ist, mit einer geometrischen Zeichnung den Einzelheiten der Akkommodation der beiden so heterogenen Gestalten zu folgen. Der ältern Formation gehören an die Flächen $-2R$ und $-\frac{8}{5}R\frac{5}{3}$. Auf die Lateralecke dieser Combination setzt sich die Neubildung, mit $R3$, $-\frac{20}{13}R\frac{11}{5}$, $4R$ emporsteigend. Um eine Berührung mit der Fläche $-2R$ herzustellen, bildet das jüngere Gebilde hier schmal die Flächen des untern Pols $-\frac{20}{13}R\frac{11}{5}$ und $\frac{5}{11}R\frac{9}{5}$ aus, welche mit einspringenden Kanten gegen die Flächen des Kernkrystalls wachsen. Zu beiden Seiten liegen dann nahe bei einander die Flächen $-\frac{8}{5}R\frac{5}{3}$ des Kern- und $-\frac{20}{13}R\frac{11}{5}$ des Kappkrystalls. Auch Fig. 5 ist eine Kernbildung, deren auf die Polecke, sowie auf die Kanten X aufgesetzte Scheitelbildung nicht wiedergegeben ist. Man stelle sich auf der Polecke eine Kalkspathkappe vor, welche wesentlich durch vielfach alternirende, dadurch tiefgestreifte Flächen des Scheitelskalenoëders $\frac{5}{11}R\frac{9}{5}$ gebildet wird. Von dieser Kappe ziehen sich lappenförmige Partien (vorzugsweise von den Flächen R begrenzt) über die X-kanten des primären Skalenoëder hinab, während die der vielfach modificirten Y-kante anliegenden Flächenpartien vom neuen Anwuchs frei bleiben.

Von besonderer Zierlichkeit ist die Ausbildung Fig. 4, welche sämmtliche Krystalle einer der vorliegenden Stufen beherrscht. Auf der primären Tafel, von den Flächen $-\frac{7}{8}R$ und $-\frac{8}{5}R\frac{5}{3}$ umrandet, erhebt sich die Neubildung in spitzen Pyramiden der bereits geschilderten Combination. Das Ganze ist auch hier ein einziges, durch identische Lage der Spaltungsflächen beherrschtes Individ. Diese tafelförmigen Krystalle mit skalenoëdrischen Fortwachsungen erinnern an gewisse gleichfalls tafelförmige

Kalkspath-Gebilde aus dem Ahrenthal in Tyrol, welche rhomboëdrische Fortwachsungen tragen (s. Pogg. Ann. 155, 48 und Taf. I. Fig. 22, 22*a*). Häufig sind die *X*-kanten des Scheitelskalenoëders rinnenartig gestaltet, wie in einem speciellen Falle oben bereits erwähnt, und mit vielen Kanelirungen versehen, eine Eigenthümlichkeit, welche bei den Skalenoëdern aus der obern Abtheilung der Kantenzone des Hauptrhomboëders nicht selten vorzukommen scheint (a. a. O. Fig. 21*a*, Kalkspath von Ahren). Noch ist zu erwähnen, dass den Krystallen von Bergenhill nicht selten feine Zwillingslamellen parallel $-\frac{1}{2}R$ eingeschaltet sind.

Da in der Natur Alles aus bestimmten Ursachen entspringt, so müssen wir auch voraussetzen, dass die Krystallisationsbedingungen (Temperatur, Concentration und Mischung der Lösung etc.) welche die Bildung der Kernkrystalle und ihrer Fortwachsungen beherrschten, verschiedenartige waren. Leider ist es noch nicht gelungen, künstlich den Kalkspath in andern Formen als im Hauptrhomboëder darzustellen. Sollte es dereinst gelingen, denselben in verschiedenartigen Formen und Combinationen zu erhalten, so würden wir eine Grundlage für die Erklärung der hundertfach wechselnden Gestalten dieses formenreichsten Minerals gewinnen.

6. Ueber eine neue krystallisirte Tellurgold-Verbindung, den Bunsenin Krenner's*).

Bei meiner Anwesenheit in Nagyag Sept. 1875 erwarb ich ausser mehreren Sylvanit- und Petzit-Stufen auch ein kleines Gangstück, welches in Begleitung von Quarz und etwas feinkörnigem Eisenkies, prismatisch ausgebildete, fast silberweisse Kryställchen ($\frac{1}{2}$ bis 2^{mm} gross) darbot. Dieselben wurden in Nagyag für Sylvanit gehalten, erwiesen sich aber bei näherer Untersuchung als bisher nicht beschriebene Formen, welche voraussichtlich einem neuen Mineral angehören mussten. Die kleinen Prismen sind vertikal gestreift und meist durch die in der Endigung herrschende Basis begrenzt, der eine vollkommene Spaltbarkeit parallel geht. Andere Zuspitzungsflächen treten meist nur untergeordnet auf. Nur an einem Kryställchen zeigten sich mehrere dieser letzteren Flächen so ausgedehnt und glänzend, dass sie mit dem Fernrohr-Goniometer gemessen und so die nöthigen Fundamentalwinkel zur Bestimmung des Krystallsystems gewonnen werden konnten.

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0{,}940706 : 1 : 0{,}504455.$

---

*) Mitgetheilt aus dem Monatsbericht d. kön. Ak. zu Berlin, Mai 1877.

Diese Elemente wurden aus folgenden Messungen berechnet:

$m : m = (110)\ (1\bar{1}0) = 86^{0}\ 30'$

$e : m = (011)\ (110) = 72\quad 1\frac{1}{2}$ *)

Beobachtete Formen:

$o =$	$P,$	(111)	$m =$	$\infty P,$	(110)
$u =$	$\breve{P}2,$	(122)	$n =$	$\infty\breve{P}2,$	(120)
$i =$	$\frac{1}{2}\bar{P}\frac{3}{2},$	(322)	$l =$	$\infty\bar{P}\frac{3}{2},$	(320)
$e =$	$\breve{P}\infty,$	(011)	$a =$	$\infty\bar{P}\infty,$	(100)
$h =$	$\bar{P}\infty,$	(101)	$b =$	$\infty\breve{P}\infty,$	(010)
$g =$	$\frac{1}{2}\bar{P}\infty,$	(102)	$c =$	$oP,$	(001)

Aus den Axenelementen berechnen sich für die Pyramiden folgende Winkel:

	o	*u*	*i*
Brachydiagonale Kante	47° 56′	51° 57′	42° 55
Makrodiagonale »	51 11½	26 56½	71 22
Lateralkante	107 17	120 31	92 58

Ferner ergeben sich folgende Winkel:

	a	*b*	*c*	*m*	*e*
o	64° 24½′	66° 2′	36° 21½′	53° 38½′	25° 35¾′
u	76 31¾	64 1½	29 41½	61 58¾	13 28½
i	54 19	68 32½	43 31	47 29¾	35 42
e	90 0	63 14	26 46	*72 1½	—
h	61 48	90 0	28 12	69 52	38 6¼
g	74 59½	90 0	15 ½	78 25½	30 25
m	43 15	46 45	90 0	—	72 1½
n	62 ½	27 59½	90 0	48 45½	66 34
l	32 5¾	57 54¼	90 0	11 9¼	76 9¼

Bei der Kleinheit und Streifung der Flächen konnten die Messungen nur annähernd geschehen, mit Ausnahme der Neigungen zwischen den Flächen *m*, *e* und *u*, welche mit dem Fernrohr-Goniometer messbar waren.

$e : u = 13^{0}\ 30'$	(ber. 13° 28½′)
$i : u = 22—23^{0}$	(ber. 22 12¾)
$o : u = 12—13^{0}$	(ber. 12 7½)
$i : a = 54^{0}\ 30'$	(ber. 54 19)
$o : a = 64^{0}\ 15—30'$	(ber. 64 14½)
$u : a = 76^{0}\ 30'$	(ber. 76 31¾)
$h : a = 62—62\frac{1}{2}^{0}$	(ber. 61 48)

Die Fig. 8, 8*a* vereinigt sämmtliche Flächen, welche ich an den Krystallen beobachtete, während Fig. 7 die herrschende Ausbildung darstellt, in welcher die Basis ausgedehnt und die Zuspitzungsflächen nur unterge-

*) Mittel aus den beiden Messungen $e : m = 72^{0}\ 1'$ und $e : m' = 107^{0}\ 58'$.

ordnet auftreten. Häufig sind die Kryställchen in der Weise unsymmetrisch, dass die in einer Zone *a i o u e* liegenden Zuspitzungsflächen ausgedehnt, während diejenigen der andern punktähnlich verkümmert sind. Dann wird man versucht, die Krystalle um die Verticale 90^0 zu drehen und sie für monoklin anzusehen, was auch anfangs geschah. Wie die Flächen *m*, *n*, *l* vertikal, so sind *i*, *o*, *u*, *e* parallel ihrer Combinationskante gestreift, zuweilen gefurcht. Trotzdem geben mehrere Flächen, wenn sie nicht allzu-klein sind, vorzügliche Reflexe, namentlich *m*, *a* und *l*.

Nachdem ich die Form der in Rede stehenden Nagyager Krystalle, wie oben angegeben, bereits seit mehreren Monaten bestimmt hatte und mich bemühte, das für eine chemische Analyse nöthige Material von Nagyag zu erhalten, erhielt ich durch des Verfassers Güte den Aufsatz »Bunsenin, ein neues Tellurmineral«, von Dr. Jos. Al. Krenner, Sep. aus dem I. Heft der Természetrajzi Füzetek 1877. Ich erkannte sogleich aus der hier gegebenen Beschreibung und den Figuren, dass Krenner das gleiche oder wenigstens ein isomorphes Mineral untersucht habe. Namentlich stimmt die ausgezeichnete basische Spaltbarkeit überein. Der »Bunsenin«, welchen Krenner unter den von Prof. Schuller gesammelten Nagyager Mineralien auffand, ist nach vorläufigen qualitativen Versuchen Prof. Wartha's in Pest-Ofen eine Verbindung von Gold und Tellur. Aus Krenner's Fundamentalwinkeln $\infty P : \infty P = 86^0\ 20'$, und $\infty P : \breve{P}\infty = 71^0\ 53'$, welche nur um $10'$, beziehungsweise $8'\frac{1}{2}$ von meinen Messungen abweichen, ergeben sich für die Grundform

Brachydiagonale Kante	48^0	$17'$
Makrodiagonale »	51	$42\frac{1}{2}$
Lateralkante	106	34

Auf die von Krenner übrigens nicht beobachtete Grundform bezogen, erhalten die von ihm bestimmten Combinationsgestalten folgende Ausdrücke:

$2\bar{P}2\,(211)$, $\breve{P}\infty(011)$, $\infty P\,(110)$, $\infty\bar{P}2(210)$, $\infty\bar{P}3(310)$, $\infty\breve{P}\frac{3}{2}(230)$, $\infty\breve{P}2\,(120)$, $\infty\bar{P}\infty\,(100)$, $\infty\breve{P}\infty\,(010)$, $oP(001)$.

Während demnach Krenner zahlreichere Prismenflächen beobachtete, als oben angegeben wurden, waren seine Krystalle ärmer an Pyramiden- und Domenflächen. In seinem Aufsatze erwähnt Krenner noch eines zweiten Nagyager Mineralvorkommens, welches mit dem »Bunsenin« isomorph, wohl kaum als eine besondere Species betrachtet werden kann. Krenner sagt in Bezug auf dasselbe (l. c.): »Die Gestalt des Bunsenin stimmt überein mit einem andern, seit mehreren Jahren mir bekannten Tellurerze von Nagyag, welches aber aus Gold, Silber und Tellur besteht und unter dem mehrdeutigen Sammelnamen »Weisserz« eine Rolle spielt. Dies weisse Mineral besitzt folgende Winkel:

$$\infty\bar{P}\infty : \infty P = 43^0\ 12'; \quad \infty P : \breve{P}\infty = 72^0\ 30'.$$

Die Uebereinstimmung dieser letzteren Neigungen mit denjenigen der

von mir aus Nagyag mitgebrachten Krystalle ist mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Flächen fast als vollkommen zu bezeichnen. Leider gelang es mir nicht, eine zur Ausführung einer quantitativen Analyse genügende Menge der seltenen Kryställchen zu erhalten. Nur zu einer qualitativen Untersuchung reichte die kleine zur Verfügung stehende Menge aus. Herr Hof-Rath Bunsen hatte die dankenswerthe Güte, sich dieser Arbeit zu unterziehen. Seiner gefälligen Mittheilung zu Folge »bestehen die Krystalle der Hauptmasse nach aus Tellur und Gold, enthalten dabei aber eine kleine Menge Silber nebst Spuren von Kupfer«. Antimon und Arsenik, welche sich in vielen Tellurerzen finden, konnten nicht nachgewiesen werden.

Was den von Krenner dem krystallisirten Tellurgolde beigelegten Namen betrifft, so ist derselbe leider schon vergeben, da C. Bergemann das in regulären Oktaëdern krystallisirende, zu Johanngeorgenstadt mit andern Nickelerzen sowie mit Uran-Verbindungen vorkommende Nickeloxydul als »Bunsenit« bezeichnete (1858). So sehr man es auch bedauern muss, dass nicht statt des weniger schönen Johanngeorgenstadter Minerals die wohl krystallisirte edle Tellurgold-Verbindung von Nagyag den Namen des grossen Chemikers tragen soll, so ist es dennoch nach den allgemein geltenden Gesetzen nicht wohl möglich, den Namen Bunsenin oder Bunsenit ein zweites Mal zu verwenden, noch auch dem natürlichen Nickeloxydul den bereits allgemein angenommenen Namen wieder zu entziehen. Es muss demnach dem neuen Mineral von Nagyag (Tellurgold, wahrscheinlich mit wechselnden, aber untergeordneten Mengen von Tellursilber) ein anderer Name beigelegt werden. Ich gestatte mir als solchen »Krennerit« in Vorschlag zu bringen mit Rücksicht darauf dass Hr. Prof. Krenner in Pest-Ofen das seltene Mineral entdeckte und zuerst eine dasselbe genau charakterisirende Beschreibung gab.

Dem Krennerit steht in Bezug der chemischen Zusammensetzung der Calaverit Genth's von der Stanislaus-Grube, Calaveras County, Californien am nächsten. Derselbe ist indess derb, bronzegelb und entspricht der Formel $Au\,Te_4$. — Ferner würde das neue Mineral zu vergleichen sein mit dem Nagyager Petzit oder Tellurgoldsilber, welches indess bisher nicht in Krystallen beobachtet wurde, sowie mit dem Hessit oder Tellursilber ($Ag\,Te$), welches indess keine deutliche Spaltbarkeit besitzt und dessen Form nicht mit derjenigen des Krennerit zu vereinigen ist.

Erklärung der Tafel XXV.

Figg. 1, 1*a*. Gruppirung von vier Bournonit-Krystallen, Nagyag, Siebenbürgen.
Figg. 2—6. Kalkspath von Bergen Hill, New-Jersey.
Figg. 7, 8, 8*a*. Krennerit von Nagyag (Bunsenin Krenner's).

XLI. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

---

1. A. D'Achiardi (in Pisa): **Ueber den Baryt von Valle della Sterza in Toscana.** Herr Professor G. Capellini übersandte mir neuerdings zur Untersuchung von ihm, am genannten Orte in den Mergeln des unteren Pliocän aufgefundene, vollkommen wasserhelle und glänzende Kryställchen von Baryt, von welchen einige einen entschieden tafelartigen Habitus besassen, andere in Gestalt langer Prismen auftraten. Ich beobachtete an denselben die Formen:

111, 122, 110, 011, 102, 100, 010, 001.

	Gemessen:	Berechnet:
(011) (01$\bar{1}$)	74° 36½′	74° 36′
(110) (1$\bar{1}$0)	101 42	101 40
(110) (100)	39 11	39 10
(011) (001)	52 circa	52 42
(102) (001)	38 40	38 52
(102) (100)	51 25	51 8
(011) (111)	44° 50′—44°	44 19
(011) (122)	26 2	26 2
(110) (010)	50 46	50 50

Bemerkenswerth ist das Auftreten der sonst seltenen Fläche (010) welche aber hier nicht nur an allen Krystallen beobachtet werden kann, sondern manchmal so stark entwickelt ist, dass sie einen tafelartigen Habitus derselben bedingt. — Die Analyse erwies keine Spur von Strontium. Sp. Gew. = 4,6.

Ders.: Ueber Pharmakosiderit und Speerkies von Calafuria bei Livorno. Diese beiden Mineralien kommen in den bekannten Barytgängen vor und sind daselbst bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Der Pharmakosiderit tritt in kleinen sehr dunklen gelbgrünen Würfeln auf und der Speerkies in krystallinischen Aggregaten, wobei nach der ganzen Art und Weise des Vorkommens anzunehmen ist, dass das erste Mineral aus dem zweiten entstanden ist, da letzteres ja auch öfters geringe Mengen Arsen enthält.

Erwähnenswerth ist auch das Auffinden einiger Mineralien an Orten, wo sie bis jetzt noch nicht bekannt waren; z. B. Baryt im mittleren Lias von Monsummano, Epidot bei Caporgiano, Piazza al Serchio und Ramolazzo in Garfagnana, Prehnit bei Poggio und Piazza ebenfalls im Thale von Serchio.

(Briefl. Mitth.)

2. C. Haushofer (in München): **Krystallform der Diaethoxalsäure** $C_6H_{12}O_3$ (s. **Silber**, über Diäthylglycolsäure und deren Abkömmlinge. Dissert. München, Th. Ackermann 1877). Schmelzp. 80°.

Krystallsystem: asymmetrisch.

Tafelförmige Krystalle der Combination $b = (010)\ \infty \breve{P} \infty$, $a = (100)\ \infty \bar{P} \infty$, $c = (001)\ oP$. Aus der nur an einem einzigen Krystall beobachteten Fläche $p = (110)\ \infty P'$ wurde das Verhältniss der Axen $a : b = 0,2653 : 1$ berechnet. Axenwinkel im oberen vorderen rechten Oktanten:

$\alpha = 68^\circ 56'$
$\beta = 114\ 12$
$\gamma = 107\ 40$

Beobachtete Kantenwinkel:

(100) (010)	=	79° 30′
(001) (010)		105 43
(001) (100)		70 8
(110) (010)		65 49

Ausgezeichnet spaltbar nach $(100)\ \infty \bar{P} \infty$.

3. Ders.: Krystallform des diaethoxalsauren Baryum $(C_6H_{11}O_3)_2Ba + 5 H_2O$ (s. ebenda).

Rhombisch.

$a : b : c = 0,9683 : 1 : 1,6797$.

Die einfachen, durch Verwalten der Basis tafelförmigen Krystalle (s. Fig. *a*) zeigen die Combination: $p = (111)\ P$, $c = (001)\ oP$, $q = (551)\ 5P$.

Fig. *a*.

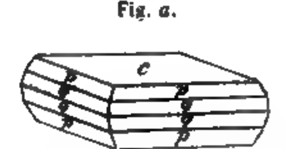
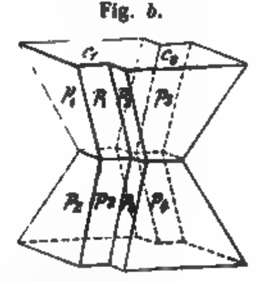


Fig. *b*.



Die Flächen von P und $5P$ sind selten über 0,2^{mm} breit und in der Regel durch oscillatorische Repetition der Combinationskanten gestreift. Deshalb mussten die Resultate der Messung als Mittel aus zahlreichen Beobachtungen gewonnen werden und erreichen nur Näherungswerth. Spaltbarkeit vollkommen nach oP. — Luftbeständig aber unter seinem Schmelzpunkt sich zersetzend.

	Gemessen:	Berechnet:
(111) : (001) =	*67° 30′	—
(111) : (1̄11) =	*83 10	—
(551) : (001) =	83 2	83° 12′
(551) : (001̄) =	96 53	96 48
(551) : (551̄) =	13 0	13 36

Die Substanz besitzt das Vermögen, unter Umständen, welche noch nicht genügend festgestellt sind, eigenthümliche Vierlingskrystalle (Fig. *b*) zu bilden und zwar nach dem Gesetze: je zwei hemimorph ausgebildete Individuen (Basis und

eine Pyramidenhälfte) verwachsen nach dem brachydiagonalen Hauptschnitte (1 und 3); je zwei solcher Zwillinge verbinden sich in entgegengesetzter Stellung nach dem basischen Pinakoid. Die Endflächen fallen in eine Ebene.

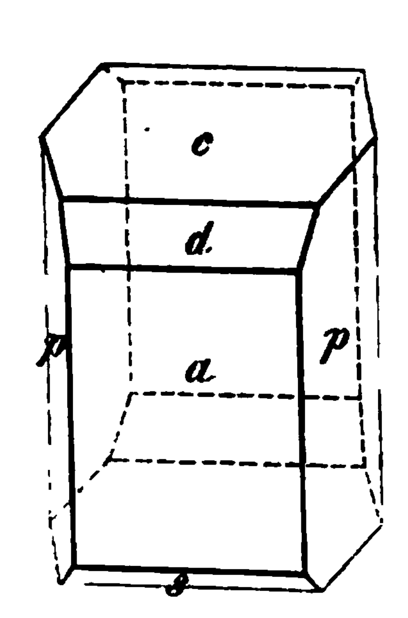
	Beobachtete	Berechnete Kantenwinkel
$(111):(\bar{1}11)$ =	83° 20′	—
$(111):(00\bar{1})$ =	112 46	112 30
$p_1 : p_2$ =	45 0	45 0 (einspringend).

4. **Ders.: Krystallform des Hydrocyanaldin** $C_9H_{12}N_4$ (s. S. K. Passavant, »über die Produkte der Einwirkung von Blausäure auf Aldehyd-Ammoniak«. In.-Dissert. München, Th. Ackermann 1877). Schmelzp. 115°. Luftbeständig. Dargestellt im Laboratorium des Polytechnikum München.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,8727 : 1 : 3,8596$

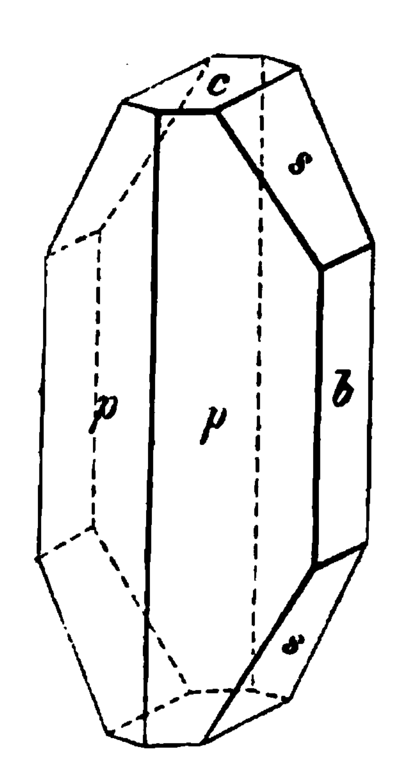
$\beta = 52^0 28'$.



Die meist ringsum ausgebildeten Krystalle repräsentiren die Combination $p = (110)\ \infty P$, $c = (001)\ oP$, $a = (100)\ \infty \bar{P}\infty$, $s = (\bar{1}01) + \bar{P}\infty$, $d = (103)\ -\frac{1}{3}\bar{P}\infty$. Die Flächen a zeigen Streifung parallel der Combinationskante mit d.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(\bar{1}01)\ (001)$	*80° 20′	—
$(103)\ (001)$	15 30	15° 39′
$(103)\ (001)$	36 39	36 49
$(110)\ (100)$	*66 18	
$(110)\ (1\bar{1}0)$	132 25	132 36
$(001)\ (100)$	*52 28	—

Keine deutliche Spaltbarkeit.



5. **Ders.: Krystallform des Parahydrocyanaldin** $C_9H_{12}N_4$ (s. ebenda). Schmelzp. 230—232°. Luftbeständig.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,6639 : 1 : 1,8741$.

Beobachtete Combination: $p = (110)\ \infty P$, $b = (010)\ \infty \breve{P}\infty$, $s = (011)\ \breve{P}\infty$, $c = (001)\ oP$; prismatisch nach p, seltener tafelförmig nach b.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110)\ (1\bar{1}0)$	67° 12′	67° 10′
$(110)\ (010)$	*56 25	—
$(011)\ (010)$	*28 5	—
$(011)\ (001)$	61 57	61 55
$(011)\ (01\bar{1})$	—	56 10

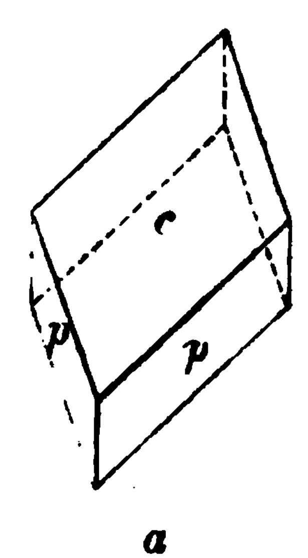
Optische Axenebene $(001)\ oP$, Axe b erste Mittellinie.

6. **Ders.: Krystallform des sauren unterphosphorsauren Natrons** $PO_4\,NaO.HO + 6H_2O$ (s. Salzer. über die Unterphosphorsäure. Ann. d. Chem. u. Pharm. 1877). Luftbeständig.

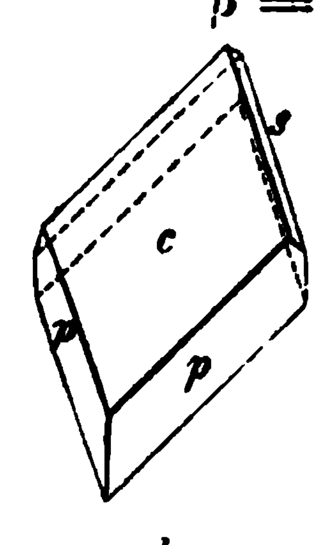
Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1{,}9964 : 1 : 2{,}0104.$

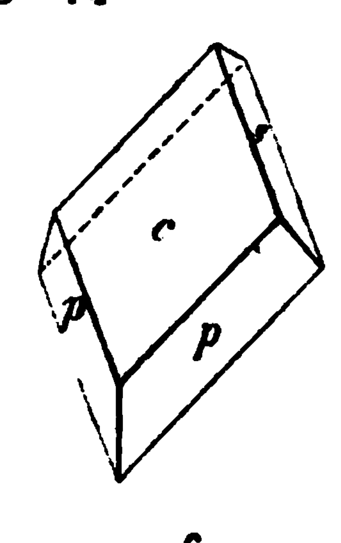
$\beta = 53^0\ 14'$



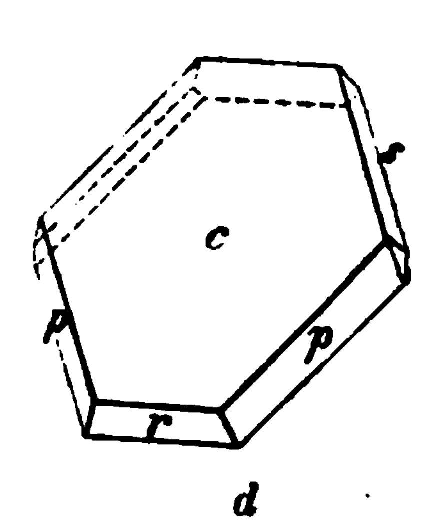
a



b



c



d

Beobachtete Formen: $p = \infty P$ (110), $c = oP$ (001), $s = P$ ($\bar{1}$11), $r = 2 P\!\!\!\!-\infty$ ($\bar{2}$01).

Die einfachsten Krystalle $\infty P . oP$ (Fig. *a*) sind verhältnissmässig selten. Bei den grösseren Krystallen stellt sich gewöhnlich dazu die positive Hemipyramide *s* ein, welche jedoch stets hemiedrisch (oder hemimorph) nur an der Rückseite der Krystalle ausgebildet ist (Fig. *b*). Durch Verschwinden der zwei hinteren Prismenflächen und entsprechende Ausdehnung der Pyramidenflächen entstehen die Krystalle, welche Fig. *c* darstellt. In dieser Form erscheint das Salz am häufigsten. Sehr dünne hexagonale Tafeln (Fig. *d*) entsprechen der Combination $oP . \infty P . \frac{P}{2} . 2 P\!\!\!\!-\infty$. Das Orthodoma $2 P\!\!\!\!-\infty$ ist selten scharf ausgebildet. Die Flächen *s* zeigen feine Parallelstreifung nach den Combinationskanten mit *oP*.

Gemessene Kantenwinkel:

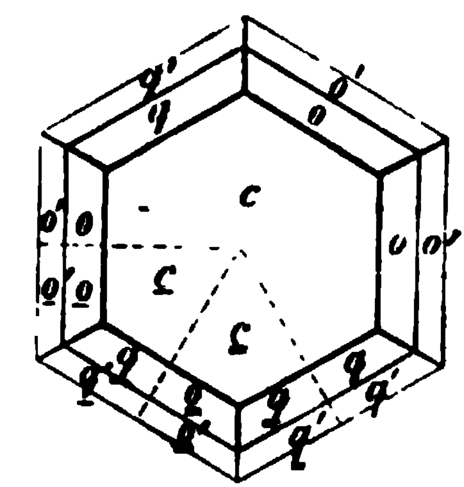
(110) (001)	= 71° 30′	
($\bar{1}$11) (001)	77 34	
($\bar{2}$01) (001)	97 2	appr.
(110) (1$\bar{1}$0)	115 58	
($\bar{1}$11) ($\bar{1}\bar{1}$1)	120 51	

Optische Axenebene (010) $\infty P\!\!\!\!-\infty$, erste Mittellinie fast normal auf (001) *oP*; die dünn tafelförmigen Krystalle zeigen das Lemniskatensystem vollständig.

7. **P. Friedländer** (in Strassburg): **Krystallform des disulfammonsauren Kalium** $K_2H_3NS_2O_8$ (s. Claus und Koch, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1869, **152**, 348). Krystalle von Hrn. Claus in Freiburg.

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0{,}5774 : 1 : 0{,}3741.$



Die Krystalle (s. Fig.) erscheinen vollkommen wie hexagonale Combinationen der Basis, nach der sie tafelartig ausgebildet sind, mit zwei Pyramiden. Im parallelen polarisirten Licht erkennt man aber sofort ihre Zusammensetzung aus drei Krystallen, deren Schwingungsrichtungen 60° mit einander bilden, also eine Drillingsbildung, analog der des Aragonit u. a. Die relative Grösse der drei Krystalle ist dabei eine sehr wechselnde, so dass die Figur nur

einen speciellen Fall der Zwillingsgrenzen darstellt; u. a. kommen auch Durchwachsungsdrillinge vor, in welchen der hexagonale Querschnitt genau in 6 Sektoren getheilt ist, von welchen je zwei gegenüberliegende einem Krystall angehören. Da, wo die Zwillingsgrenze über die Flächen läuft, ist keine Spur eines ein- oder ausspringenden Winkels zu sehen und die Flächen zu beiden Seiten der Grenze (die also nur im polarisirten Licht wahrnehmbar ist) geben zusammen ein vollkommen einfaches Reflexbild. Daraus folgt, dass der Prismenwinkel nur unmerklich wenig von 60° abweicht und dass man als Zwillingsebene mit demselben Rechte die Fläche (110) ∞P, wie (130) $\infty \breve{P} 3$ betrachten kann. Dementsprechend findet man auch für die Flächen der Pyramiden und der Brachydomen mit doppelter Vertikalaxe genau gleiche Winkel und ist daher für die Berechnung des Axenverhältnisses der Winkel des Prisma = 60° 0′ angenommen. Die beobachteten Formen sind: o = (111) P, o' = (221) $2P$, q = (021) $2\breve{P}\infty$, q' = (041) $4\breve{P}\infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(111) (1̄1̄1) = (111) (012) =	35° 46′	35° 53′
(111) (001) = (021) (001)	*36 48	—
(221) (001) = (041) (001)	55 30 appr.	56 12

Optische Axenebene (100) $\infty \bar{P}\infty$; c 1. Mittell.; scheinbarer Winkel in Oel für Gelb ungef. 71°. Dispersion der Axen sehr schwach.

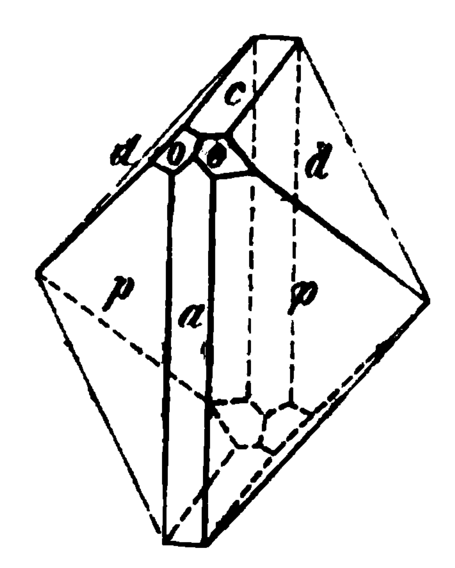
8. Ders.: Krystallform des Dichloracetanilid $C_6H_5NH.C_2HCl_2O$ (s. Pinner und Fuchs, Ber. d. d. chem. Ges. 1877, **10**, 1062). Schmelzp. 117—118°. Krystalle von Hrn. Pinner und Fuchs.

Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,8539:1:0,7904$

$\beta = 82° 28'$

Beobachtete Flächen: p = (110) ∞P, d = (011) $R\infty$, c = (001) oP, a = (100) $\infty P\infty$, o = (111) $-P$.



	Beobachtet:	Berechnet:
(011) (01̄1)	*76° 10′	—
(110) (11̄0)	*80 30	—
(110) (011)	*61 30	—
(1̄10) (011)	71 8	71° 20′
(100) (001)	82 31	82 28
(111) (001)	53 47	53 57
(111) (011)	38 0	38 13

Spaltbar vollkommen nach (001) oP, unvollkommen nach (100) $\infty P\infty$.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; b erste Mittell.; die zweite bildet mit der Vertikalen ungefähr 61° im stumpfen Winkel β. Axenwinkel in Oel:

$2H_a = 88°$ approx. $2H_o = 101° 59'$ für Gelb.

Dispersion $\varrho > v$; Doppelbrechung positiv.

Dieser Körper zeigt eine interessante Beziehung seiner Krystallform zu der des rhombischen Acetanilid (s. d. Zeitschr. S. 304); es ist nämlich der Prismenwinkel von:

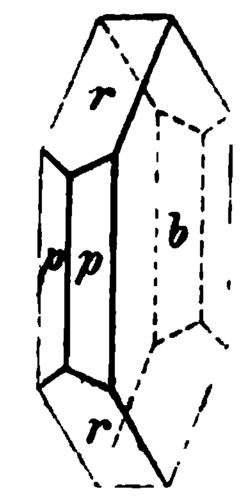
Acetanilid:	(110) (1$\bar{1}$0)	= 80° 38′	ber.
Dichloracetanilid:	» »	80 30	beob.

Ersteres hat $a : b : c := 0,8488 : 1 : 2,0670$, $\beta = 90°$,
Letzteres $0,8539 : 1 : 0,7904$, » $82° 28'$

Aehnlich, wie es schon bei anderen Benzolderivaten beobachtet worden ist, hat auch hier die Substitution des H durch Cl das System in ein weniger symmetrisches verwandelt, aber die Winkel gewisser Flächen unverändert gelassen.

9. Ders.: Krystallform der Trinitrobenzoësäure $C_6H_2(NO_2)_3COOH$. Krystalle dieses Körpers, dargestellt von Hrn. Tiemann (s. Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1870, 3, 223), gaben folgende Resultate:

Krystallsystem: rhombisch:
$a : b : c = 0,8770 : 1 : 0,5715$



Combination: $p = (110) \infty P$, $b = (010) \infty \breve{P} \infty$ vorherrschend, $r = (101) \bar{P} \infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) (1$\bar{1}$0)	*82° 25′	—
(101) ($\bar{1}$01)	*59 30	—
(110) (101)	67 25	68° 6′

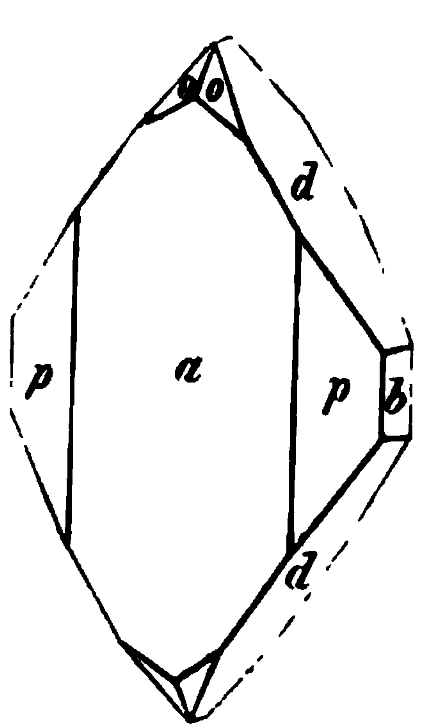
Keine deutliche Spaltbarkeit.

Optische Axenebene (001) oP, Axe b 1. Mittell. Doppelbrechung positiv. Scheinbarer Axenwinkel in Luft

Li-Roth:	90° 25′
Na-Gelb	84 36
Tl-Grün	78 5

10. Ders.: Krystallform des Diphenylenketon $(C_6H_4)_2CO$. Dieser Körper wurde vor Kurzem von Hrn. Reusch (s. A. Schmitz, über einige neue Abkömmlinge des Phenanthrens und Fluorens. In.-Dissert. Strassburg, 1877) gemessen; ich untersuchte von mir selbst dargestellte Krystalle und fand, übereinstimmend mit Reusch (dessen Angaben daneben gestellt sind) Folgendes:

Krystallsystem: rhombisch.
$a : b : c = 0,5808 : 1 : 0,7778$



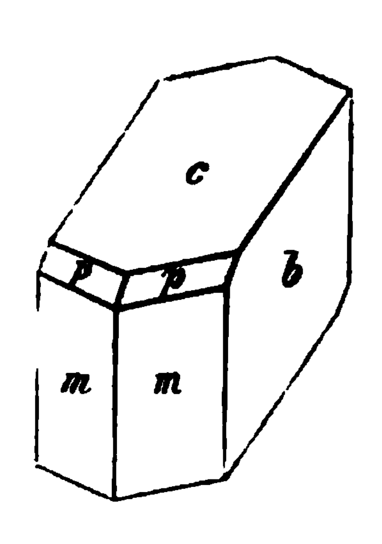
Nach a mehr oder weniger tafelförmige Combinationen von: $a = (100) \infty \bar{P} \infty$, $p = (110) \infty P$, $b = (010) \infty \breve{P} \infty$, $d = (021) 2\breve{P} \infty$, $o = (122) \breve{P} 2$.

	Beobachtet:	Berechnet:	Beob. Reusch
(110) (100)	*30° 9′	—	30° 6′
(021) (0$\bar{2}$1)	*114 36	—	114 50
(122) (1$\bar{2}$2)	65 15 appr.	65° 52′	66
(122) (100)	62 25 »	62 7	—
(021) (110)	65 38	65 48	—

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Axenebene (001) oP; durch eine natürliche Platte nach a war der Axenwinkel in Oel: $2H = 96°$ ungef. (Na-Gelb) und die Doppelbrechung positiv.

11. A. Arzruni (in Strassburg): **Krystallform der Nitrophenylbenzoësäure,** $C_{13}H_9(NO_2)O_2$. Die Herren R. Fittig und A. Schmitz (A. Schmitz, Inaug.-Diss. Strassburg 1877) stellten diese Säure dar durch Eintragen von Phenylbenzoësäure in kalte rauchende Salpetersäure, Kochen der abgeschiedenen Verbindung mit Bariumcarbonat und Zersetzen des Bariumsalzes mit Salzsäure.



Aus Alkohol umkrystallisirt, bildet die Säure kleine, farblose, monosymmetrische Krystalle, welche bei 221—222° schmelzen. An denselben wurden beobachtet die Flächen:

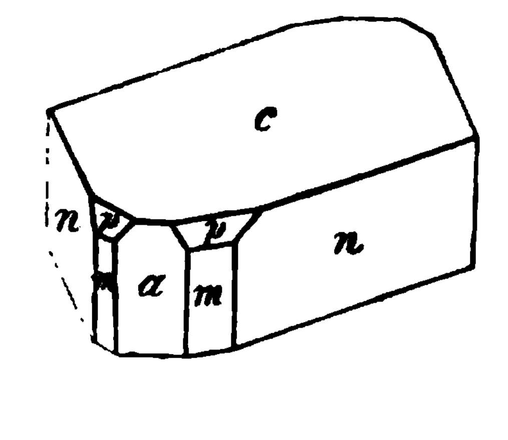
m (110) ∞*P*, *c* (001) *oP*, *p* (111) —*P* und *b* (010) ∞℞∞, nach welcher letzteren die Krystalle flachtafelartig ausgebildet sind.

		Gemessen:	Berechnet:
(110)	(010)	*63° 31′	—
	(001)	*68 13	—
(111)	(001)	*37 49	—
	(110)	30 12	30° 24′

woraus $a : b : c = 0,5478 : 1 : 0,3727$
$\beta = 65° 30\frac{1}{2}'$

Auf der Fläche *b* (010) ist eine der Auslöschungsrichtungen unter 42° gegen die Basis (001) im stumpfen Winkel *β* geneigt.

12. Ders.: Ueber die Dimorphie des Dibromfluoren, $C_{13}H_8Br_2$. Diese Verbindung wurde zuerst von Hrn. P. Barbier (Ann. chim. phys. [5], 7, 479. 1876) durch Einwirkung von Brom auf eine Auflösung von aus Steinkohlentheer gewonnenem Fluoren in Schwefelkohlenstoff in schönen gelben Krystallen erhalten, deren Schmelzpunkt bei 166°—167° liegt und deren Form von Hrn. G. Bouchardat (a. a. O. 491) beschrieben worden ist. Die Krystalle gehören dem monosymmetrischen Systeme an und zeigen die Combination: *c* (001) *oP*, *m* (110) ∞*P*, *n* (120) ∞℞2, *a* (100) ∞*P*∞, *p* (111) —*P**). Die Messungen des Hrn. Bouchardat, welche ich an Originalkrystallen zu wiederholen Gelegenheit hatte, kann ich vollkommen bestätigen und mögen dieselben daher hier wiedergegeben werden:



		Gemessen:	Berechnet:
(110)	(1̄10)	82° 20′	82° 28′
(110)	(001)	*82 2	—
(110)	(100)	*48 46	—
(001)	(100)	77 50	77 52
(111)	(001)	*49 0	—
(111)	(110)	33 24	33 2
(120)	(110)	17 38	17 34
(120)	(001)	85 5	85 9
(120)	(1̄20)	47 18	47 20

Die Krystalle sind ziemlich vollkommen spaltbar nach *c* (001) *oP*, wie es Hr. Bouchardat angiebt; neben dieser Spaltbarkeit ist aber noch eine andere,

*) Herr Bouchardat giebt nur der Fläche *n* eine unrichtige Deutung, indem er dieselbe mit dem Lévy'schen Symbol h^3 [entsprechend (210) ∞*P*2] bezeichnet, während ihr das Zeichen (120) ∞℞2, also nach Lévy g^3 zukommt.

weniger vollkommene nach *b* (010) $\infty\mathcal{P}\infty$, welches nicht als Krystallfläche auftritt, vorhanden. Aus den angeführten Messungen folgt das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1{,}1670 : 1 : 1{,}0650$$

und die Axenschiefe $\beta = 77^0\ 52'$.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene und gegen die Axe *c* unter $41^0\ 52'$ im spitzen Winkel β geneigt, da sie mit der Basiskante der Symmetrieebene (Kante *bc*) einen Winkel von 36^0 (Mittel von 22 Einstellungen an 3 Platten) im spitzen Winkel β einschliesst. Die erste Mittellinie ist in der Symmetrieebene, die zweite fällt mit der Symmetrieaxe zusammen. Da die Krystalle nach zwei Richtungen spaltbar sind und lamellare Struktur besitzen, so konnte keine Platte senkrecht zur 1. Mittellinie geschliffen werden. Gemessen wurde an zwei Spaltungsplatten nach der Symmetrieebene der stumpfe Axenwinkel in Oel mit Na-Licht. Es ergab sich:

$$2\,H_o = 141^0\ 32'.$$

Neuerdings stellten die Herren R. Fittig und A. Schmitz (A. Schmitz. Inaug. Diss. Strassburg, 1877) das Dibromfluoren auf dem von Barbier angegebenen Wege dar, indem sie aber als Ausgangspunkt nicht das aus Steinkohlentheer durch fractionirte Destillation gewonnene, sondern das nach Fittig's Methode synthetisch aus Phenanthren, resp. Diphenylenketon dargestellte Fluoren benutzten. Die Krystalle des so erhaltenen Dibromfluoren, welche die Herren Darsteller mir zur Untersuchung anvertrauten, schmelzen bei $162—163^0$ und zeigten schon auf den ersten Blick eine von denen von Hrn. Barbier erhaltenen abweichende Form, gebildet von der monosymmetrischen Combination *m* (110) ∞P, *q* (011) $\mathcal{P}\infty$ und *c* (001) oP, zu welchen manchmal noch *b* (010) $\infty\mathcal{P}\infty$ sich hinzugesellte. Die Kryställchen waren kaum über $2\frac{1}{2}$ Mm. gross, tafelförmig nach *c* (001) und vollkommen wasserhell. Auch sie zeigten eine vollkommene Spaltbarkeit nach *c* (001) oP und eine weniger vollkommene nach *b* (010) $\infty\mathcal{P}\infty$, dagegen ganz andre Winkelwerthe, als die an den von Barbier erhaltenen Krystallen beobachteten.

	Gemessen:	Berechnet:
(110) $(1\bar{1}0)$	$^*57^0\ 42$	—
(110) (001)	$^*79\ \ 48\frac{1}{2}$	—
(011) (001)	$^*34\ \ 20$	—
(011) $(01\bar{1})$	111 37	$111^0\ 20'$
(011) (110)	65 10	$65\ \ 16\frac{1}{2}$
(011) $(\bar{1}10)$	82 59	$82\ \ 45\frac{1}{2}$

Aus diesen Werthen folgt:

$$a : b : c = 0{,}5625 : 1 : 0{,}6974$$
$$\beta = 78^0\ 21'.$$

Auch diese zweite Modification wurde optisch untersucht. Die Ebene der optischen Axen ist auch hier senkrecht zur Symmetrieebene, bildet aber mit der Axe *c* einen Winkel von $35^0\ 21'$ im spitzen Winkel β, da ihre Neigung gegen die Basis 43^0 im spitzen Winkel β beträgt (Mittel aus 13 gut übereinstimmenden Messungen an drei verschiedenen Platten). Die erste Mittellinie liegt auch hier in der Symmetrieebene und die zweite ist die Symmetrieaxe. Der Kleinheit der sonst homogenen Krystalle und ihrer Spaltbarkeit nach zwei Richtungen wegen wurden keine Platten senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffen, dagegen der stumpfe Axenwinkel an zwei Platten nach *b* (010) in Oel gemessen; er betrug für *Na*-Licht

$$2\,H_o = 121^0\ 58'.$$

Die Doppelbrechung der Substanz ist positiv.

Diese zweite Modification erhielt Hr. Fittig auch durch Umkrystallisiren der Barbier'schen Krystalle aus Schwefelkohlenstoff; manchmal aber, und zwar bei Anwendung geringerer Mengen des Lösungsmittels, schied sich die erste Modification aus. — Vergleichen wir nun die Axenverhältnisse und die Axenschiefe der beiden Modificationen miteinander, so fällt die zwischen ihnen bestehende grosse Aehnlichkeit auf, es ist nämlich:

1. Modif. $a : b : c = 1,1670 : 1 : 1,0650$, $\beta = 77^0\ 52'$
2. ,, $= 0,5625 : 1 : 0,6974$, $\beta = 78^0\ 21'$,

d. h. a und c der zweiten nahezu gleich $\frac{1}{2}a$ und $\frac{2}{3}c$ der ersten. Trotzdem lassen sich die Formen beider Modificationen aufeinander nicht zurückführen, denn legen wir das erste, jedenfalls bedeutend genauer zu ermittelnde Axenverhältniss zu Grunde und berechnen den Winkel (110) ($1\bar{1}0$) der zweiten, so erhalten wir einen Werth ($59^0\ 24'$) welcher um $1^0\ 42'$ von dem Mittel der aus sechs Krystallen der zweiten Modification ermittelten Werthe abweicht, während dieses Mittel jedenfalls mit keinem grösseren Fehler behaftet ist, als von $\pm\ 15'$. Ferner beweist die Nichtidentität der beiden Modificationen ihr verschiedenes optisches Verhalten, d. h. die verschiedene Neigung der Ebene der optischen Axen und die von einander so bedeutend abweichende Grösse des Axenwinkels, während für eine und dieselbe der beiden Modificationen diese Werthe nur innerhalb enger Grenzen schwanken. — Es liegt uns im Dibromfluoren einer jener merkwürdigen Fälle von Dimorphie vor, bei welchen die beiden Modificationen eine grosse Winkelähnlichkeit in einer oder mehreren Zonen aufweisen.

18. O. Lehmann (in Mühlhausen): **Ueber das Verhalten des Dibromfluorens in der Wärme.** Auf Wunsch des Herrn Arzruni unterzog ich die beiden Modificationen des in der vorhergehenden Mittheilung beschriebenen Körpers einer näheren Untersuchung. Im Folgenden soll unter der α-Modification stets die gelbe, von Barbier erhaltene, unter β-Mod. die farblose von Fittig und Schmitz erhaltene verstanden werden.

Um die Verschiedenheit beider in physikalischer Hinsicht zu constatiren, versuchte ich vor Allem ihren Schmelzpunkt genau festzustellen. Zu diesem Behufe brachte ich sie nebeneinander auf den Objektträger meines heizbaren Mikroskops und steigerte nun langsam und vorsichtig die Temperatur. Allein, was ich erwartet hatte, trat nicht ein, denn es gelang mir überhaupt nicht die Substanzen zum Schmelzen zu bringen, indem schon lange zuvor eine Umwandlung in eine noch nicht bekannte, feste und krystallisirte Modification (γ) eintrat. Eine Verschiedenheit ihres Verhaltens ergab sich indess dennoch, indem sich nämlich die Umwandlungstemperatur sehr verschieden zeigte, da die β-Mod. sich stets um ein Beträchtliches früher, als die gelbe (α-Mod.) umwandelte. Der Temperaturpunkt, bei welchem diese Umwandlung eintritt, scheint ziemlich niedrig zu liegen, denn einmal beobachtete ich den Vorgang sogar, während sich die Krystalle in conc. benzolischer Lösung befanden. Eine Umwandlung der α- in die β-Mod. und umgekehrt war nicht zu constatiren, weder wenn beide neben einander geschmolzen wurden, noch wenn sie sich aus der gleichen Lösung abschieden; indess genügen wohl ihre krystallographischen Eigenschaften und das verschiedene Verhalten bei der Umwandlung vollkommen, um ihre Nichtidentität sicherzustellen.

Was nun die neue Mod. γ anbelangt, so ist sie ausser auf diese Weise regelmässig zu erhalten durch Abkühlen der geschmolzenen α- od. β-Mod. Sie löst

sich leicht in Benzol (und Terpentin) und krystallisirt beim Erkalten daraus zum Theil unverändert wieder aus, ein anderer Theil hat sich in die gewöhnliche gelbe (α) Mod. verwandelt und endlich ein dritter, namentlich beim Verdunsten bei gewöhnlicher Temperatur in Form langer Nadeln sich absetzender, ist eine 4. ebenfalls noch unbekannte Modification δ, welche von allen die labilste zu sein scheint. Wird dieselbe in trockenem Zustande erwärmt, so wandelt sie sich wie die α-Mod. sehr bald um in die stabile γ-Mod. und nahezu auch bei gleicher Temperatur.

Ueber das gegenseitige Verhalten beider in Bezug auf die Frage, ob hier physikalische Polymerie oder Metamerie vorliege, konnte ich nur Folgendes ermitteln: die Nadeln (δ-Mod.) bilden sich stets aus überkühlter Lösung, also bei niedrigerer Temperatur, als die Krystalle der γ-Mod. Ja selbst aus der benzolischen Lösung irgend einer Modification entstehen beim Verdunsten bei gewöhnlicher Temperatur Krystalle dieser labilsten oft in grösserer Menge, als die eigentlich zu erwartende. Jedenfalls entspricht also jene (δ-Mod.) einer niedigeren, diese (die γ-Mod.) einer höheren Temperatur. Wurden beide in Berührung gebracht und nun langsamen Temperaturänderungen ausgesetzt, so trat beim Erwärmen, wie schon bemerkt, ein Weiterwachsen der γ-Mod. ein, beim Abkühlen dagegen schienen sie sich gegeneinander indifferent zu verhalten, eine genaue Beobachtung derselben in der Nähe ihrer Umwandlungstemperatur lehrte indess, dass in der That dennoch eine Rückumwandlung statthat in der Art, dass sich beim Abkühlen die nadelförmigen (δ) vergrössern auf Kosten der γ-Mod., allerdings nur mit äusserster Langsamkeit. Nach diesem Verhalten würde also, wenn wir die Mod. nach den Temperaturgebieten, welchen sie entsprechen, anordnen, nach der flüssigen Mod. zu stellen sein die γ-Mod. und hinter diese coordinirt, im Verhältniss der phys. Metamerie zu einander stehend, die α, β und δ-Modification.

14. Ders.: Ueber die physikalische Isomerie amidartiger Derivate des Hydroxylamin. Hr. W. Lossen hat nachgewiesen*), dass die Verbindungen, welche aus dem Hydroxylamin durch Vertretung der drei Wasserstoffatome durch Benzoyl oder durch Benzoyl und Anisyl entstehen, in mehreren physikalisch isomeren Modificationen existiren. Von Genanntem freundlichst mit Material einiger dieser Körper unterstützt, unterwarf ich dieselben einer Untersuchung nach meiner früher**) beschriebenen Methode.

1. Tribenzhydroxylamin.

Von Lossen beobachtet:

α-Tribenzhydroxylamin,	Schmelzp.	100°
β- -	-	141
γ- -	-	112

Die α-Modification krystallisirt aus der Lösung in Benzol, in welchem sie sehr leicht löslich ist, wieder unverändert aus, ebenso aus ihrem Schmelzfluss. Die geschmolzene Masse kann mit grosser Leichtigkeit überkühlt werden und um Krystalle zu erhalten, ist es dann nöthig, das Präparat über dem Wasserbade zwischen zwei Uhrgläsern eine Zeit lang zu erwärmen. Aus Oel krystallisirt die Mod. in sehr schön verzweigten Krystallen.

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. 175, 282 und 186, 1 f.
**) D. Zeitschr. S. 96 f.

β-Tribenzhydroxylamin ist nicht nur schwerer schmelzbar, sondern in Benzol auch weit schwieriger löslich als das vorige. Dagegen erstarrt die geschmolzene Masse ganz in gleicher Weise, nur mit grosser Schwierigkeit, am leichtesten ebenfalls zwischen zwei Uhrgläsern auf dem Wasserbade. Man erhält zunächst die Mod. α, in welcher sich aber bald später die β-Mod. ausbildet, die nun, namentlich beim Erwärmen, ziemlich rasch in die Krystalle der ersteren hineinwächst. Es tritt also in der That eine Umwandlung der leichter schmelzbaren Mod. α in die schwerer schmelzbare β ein, wie diess bei polymorphen Körpern Regel ist. Hiemit stimmt anscheinend sehr schlecht eine Bemerkung von Lossen, welcher beim Zusammenschmelzen beider keine Umwandlung beobachten konnte; allein dennoch ist diese Beobachtung durchaus richtig, wie ich mich bei Wiederholung des Versuchs überzeugte, denn beim Zusammenschmelzen eines Gemenges beider Substanzen unter einem Deckglas krystallisirten während des Erkaltens beide Mod. in anscheinend unveränderter Quantität nebeneinander aus. Erwärmte ich indess die erstarrte Masse allmälig bis nahe zum Schmelzpunkte der α-Mod., so wuchs die β-Mod. langsam weiter, bis schliesslich die erstere vollständig umgewandelt war. Es scheint also, dass sich die schwerschmelzbare β-Mod. in der geschmolzenen α-Mod. löst. Werden beide Mod. (α und β) nebeneinander geschmolzen, so bleibt beim Erstarren die Trennungsschicht amorph oder ist wenigstens nur mit äusserster Mühe zur Krystallisation zu bringen.

γ-Tribenzhydroxylamin scheint eine sehr beständige Modification zu sein, wenigstens wandelte sie sich selbst nach tagelanger inniger Berührung mit den beiden übrigen nicht um. Um diese innige Berührung zu Stande zu bringen, wurde ein Gemenge der α- und γ-Mod. geschmolzen und in der flüssigen Masse ein Krystall der letzteren zerdrückt, so dass sich die Bruckstücke zwar oberflächlich auflösten, indess ein zu weiteren Beobachtungen noch völlig genügender Rest übrig blieb. Allmälig, namentlich beim Erwärmen, bildeten sich die beiden andern Modificationen aus und auch die Reste der γ-Mod. wuchsen ziemlich beträchtlich weiter, aber selbst nach längerem Verweilen über dem Wasserbade konnte keine Vermehrung der γ-Mod. auf Kosten der übrigen oder umgekehrt beobachtet werden. Wurde γ allein für sich geschmolzen, so bildeten sich nach dem Erkalten in der entstandenen amorphen Masse Sphärokrystalle der α-Mod. aus, aus welchen sehr feine fadenartige Zweige herauswuchsen, die sich, so lange sie noch dünn waren, ausserordentlich stark krümmten, beim Dickerwerden aber unter Spannungserscheinungen sich wieder gerade streckten, oft mit solcher Vehemenz, dass sie, ähnlich wie ich es früher z. B. bei Hydrochinon beobachtete, in Stücke zersprangen. Wurde die Mod. β an den Rand der amorphen Masse gebracht, so wuchs auch diese weiter, langgezogene Sphärokrystalle bildend, Uebergangsformen zwischen verzweigten Krystallen und eigentlichen Sphärokrystallen. Keineswegs gelang es indessen, wie ich erwartet hatte, auf die gleiche Weise die Mod. γ zum Weiterwachsen zu bringen, selbst bei ziemlich starkem Erwärmen. Die Krystalle begannen sich alsdann aufzulösen und an ihrer Stelle schieden sich solche der β-Mod. aus.

Eine weitere noch nicht bekannte Modification δ wurde folgendermassen erhalten: Ich schmolz etwas von der α-Mod. auf dem Objektträger und kühlte rasch ab. Die Masse erstarrte zunächst gänzlich amorph, nach einiger Zeit indess, oft nach einigen Stunden, gewöhnlich nach einem Tage, schieden sich in der amorphen Masse sehr schön ausgebildete, fast völlig kugelrunde Sphärokrystalle aus, von nahezu dem gleichen Brechungsvermögen wie die Flüssigkeit. Beim Erwärmen vergrösserten sie sich, wandelten sich aber bei Berührung mit der gleichfalls

entstandenen α-Mod. langsam in diese um. Ihr Schmelzpunkt liegt noch weit unter dem der letzteren. Es liegt also hier eine äusserst labile Modification unserer Substanz vor, welche wieder einen neuen Beleg für den schon mehrfach citirten Satz bildet, dass die labilste Modification den niedrigsten Schmelzpunkt besitzt.

2. Benzanisbenzhydroxylamin.

Von Lossen beobachtet:

α-	Benzanisbenzhydroxylamin,	Schmelzpunkt	113—114°
β-	„	„	124—125°
γ-	„	„	110°.

Wurde die α-Modification geschmolzen, so krystallisirte sie beim Erkalten in gekrümmten (Sphäro-) Krystallen wieder aus, deren innere Spannung sich durch das Entstehen sehr vieler Sprünge kundgab. Dieselben wuchsen nur so lange weiter, als die Masse noch etwas weich war. Bei gewöhnlicher Temperatur stellten sie ihr Wachsthum ein und die Masse blieb amorph. Wurde nun an den Rand des Deckglases, unter welchem sich diese amorphe Masse befand, eine Spur Benzol gebracht, so trat Lösung ein und beim Verdunsten schieden sich Krystalle einer andern, der β-Mod. aus, welche leichter wuchsen als erstere. Vor diesen ging ein durch Verschiedenheit des Brechungsexponenten deutlich erkennbarer Hof von benzolischer Lösung voraus. Vergrösserten sich diese Krystalle der β-Mod. bis zu denen der α-Mod. hinan, so wuchsen letztere sehr rasch in deren Hof hinein, was natürlich nach dem in meiner Arbeit über Krystallwachsthum*) Gesagten aus dem Grunde geschehen musste, weil hier die Concentration weit geringer war als an andern Stellen.

Die β-Mod., allein für sich geschmolzen, erstarrte ebenso wie die vorige zunächst amorph, krystallisirte aber bald nach einigem Verweilen über dem Wasserbade. Aus einem Gemenge der α- und β-Mod. krystallisirten zuweilen höchst eigenthümliche Gebilde, Nadeln mit senkrecht abstehenden Dornen gleichend, oder abwechselnd verbreitert und verschmälert, wie ein gedrehtes Band erscheinend. Manche, sonst regelmässig gebildete, erhielten Risse, und längs den Sprüngen schieden sich Gasblasen aus. Wurden die α- und β-Mod. von verschiedenen Seiten her unter das gleiche Deckglas gebracht, so wuchsen dieselben gegeneinander, indess eine ziemlich breite Schicht zwischen beiden konnte weder durch Erwärmen noch durch langes Liegenlassen zur Krystallisation gebracht werden.

Die γ-Mod. wuchs, ähnlich wie die entsprechende bei Tribenzhydroxylamin, in ihrem erkaltenden Schmelzfluss nur mit äusserster Schwierigkeit weiter und nur so lange derselbe noch weich war, wenigstens zeigten Krystalle, welche in die überschmolzene Masse gebracht waren, selbst nach mehreren Tagen und beim Erwärmen keine Spur von Wachsthum, während sich bald rings herum Krystalle der β-Mod. ausbildeten, welche in kurzer Zeit das ganze Gesichtsfeld erfüllten. Ebenso indifferent wie gegen die flüssige Mod. verhielt sich dieselbe gegen die festen. Dass sie indess doch labiler ist, als die β-Mod., beweist die Erscheinung, dass aus einem Gemenge von α- und β-Mod. nach mehrmaligem Umschmelzen nur noch die β-Mod. auskrystallisirt.

---

*) D. Zeitschr. S. 453 f.

15. **C. Klein und Ch. Trechmann** (in Heidelberg): **Krystallographische Untersuchung amidartiger Derivate des Hydroxylamin** (Ann. d. Chem. u. Pharm. 186, 75—110) *) I. Von den drei möglichen metameren Körpern:

$$\text{Benzanisbenzhydroxylamin} = N\begin{cases} C_7H_5O \\ C_8H_7O_2 \\ O.C_7H_5O \end{cases}$$

$$\text{Dibenzanishydroxylamin} = N\begin{cases} C_7H_5O \\ C_7H_5O \\ O.C_8H_7O_2 \end{cases}$$

$$\text{Anisdibenzanishydroxylamin} = N\begin{cases} C_8H_7O_2 \\ C_7H_5O \\ O.C_7H_5O \end{cases}$$

ist der erste trimorph (α, β, γ), die beiden andern dimorph (α und β). Die α-Modificationen entstehen stets in grösster Menge, krystallisiren gut und zersetzen sich leicht durch verdünnte Salzsäure; die durch letztere schwerer zerlegbaren β-Modificationen entstehen neben ihnen, oft sie berührend, aus derselben Lösung (in Aether).

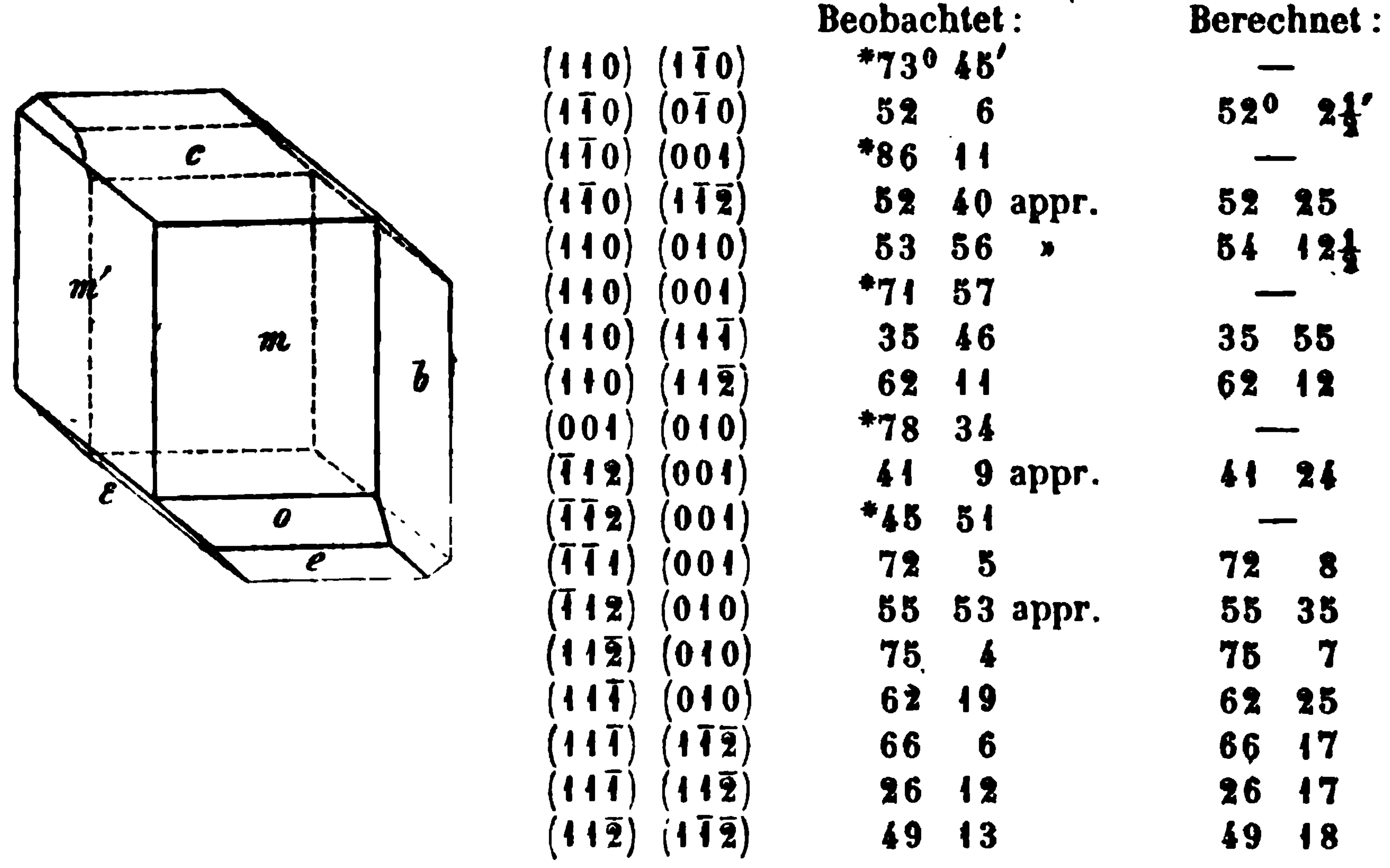
α-Benzanisbenzhydroxylamin (Schmelzp. 113—114°).

Krystallsystem: asymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}7562 : 1 : 1{,}0152$

$A =$	101° 26′	$\alpha =$	102° 11′
$B =$	103 29	$\beta =$	104 7
$C =$	88 18	$\gamma =$	85 $26\frac{1}{2}$

Beobachtete Formen: $m = (110)\infty P'$, $m' = (1\bar{1}0)\infty{}'P$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)\,oP$, $o = (11\bar{1})\,P_{,}$, $e = (11\bar{2})\,\frac{1}{2}P_{,}$, $\varepsilon = (1\bar{1}\bar{2})\,\frac{1}{2}{,}P$. s. Fig.



	Beobachtet:	Berechnet:
$(110)\ (1\bar{1}0)$	*73° 45′	—
$(1\bar{1}0)\ (0\bar{1}0)$	52 6	52° $2\frac{1}{2}$′
$(1\bar{1}0)\ (001)$	*86 11	—
$(1\bar{1}0)\ (1\bar{1}\bar{2})$	52 40 appr.	52 25
$(110)\ (010)$	53 56 »	54 $12\frac{1}{2}$
$(110)\ (001)$	*71 57	—
$(110)\ (11\bar{1})$	35 46	35 55
$(110)\ (11\bar{2})$	62 11	62 12
$(001)\ (010)$	*78 34	—
$(\bar{1}12)\ (001)$	41 9 appr.	41 24
$(\bar{1}\bar{1}2)\ (001)$	*45 51	—
$(\bar{1}\bar{1}1)\ (001)$	72 5	72 8
$(\bar{1}12)\ (010)$	55 53 appr.	55 35
$(11\bar{2})\ (010)$	75 4	75 7
$(11\bar{1})\ (010)$	62 19	62 25
$(11\bar{1})\ (1\bar{1}\bar{2})$	66 6	66 17
$(11\bar{1})\ (11\bar{2})$	26 12	26 17
$(11\bar{2})\ (1\bar{1}\bar{2})$	49 13	49 18

Auf den grösstentwickelten Flächen schiefe Auslöschungen; durch b (010) tritt eine Axe aus; starke Doppelbrechung.

*) Vergl. auch den vor. Aufs. von O. Lehmann.

β-Benzanisbenzhydroxylamin (Schmelzp. 124—125°).

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0,3159 : 1 : ?$

Lange Prismen von 35° 4′ mit Abstumpfung der scharfen Kanten, nach welcher vorzügliche Spaltbarkeit, selten mit matter Basis.

(110) (010) = 72° 28′

Optische Axenebene (100) $\infty \bar{P} \infty$, Axe b erste (negat.) Mittellinie; starke Doppelbrechung. Scheinb. Axenwinkel in Luft:

$2E$ =	127° 43′	Roth
	— 5	Gelb
	126 19	Grün
	124 55	Blau.

γ-Benzanisbenzhydroxylamin (Schmelzp. 110°).

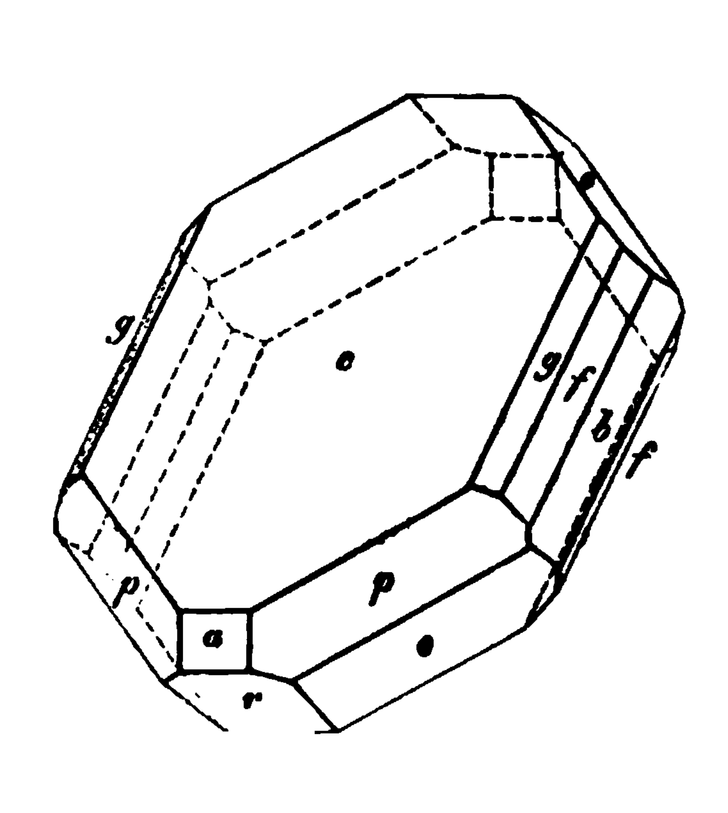
Krystallsystem: monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,3645 : 1 : 1,1280$

$\beta = 65° 54'$.

Die in beistehender Figur dargestellten kleinen, nach (001) tafelförmigen Krystalle zeigen: c = (001) oP, a = (100) $\infty P \infty$, b = (010) $\infty R \infty$, g = (011) $R\infty$ (selten), f = (021) $2R\infty$, p = (110) ∞P, o = ($\bar{1}$11) $+P$, r = ($\bar{1}$00) $+P\infty$. Davon sind f und b oft der Axe a parallel gestreift, a fast immer gewölbt.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100) (001)	—	65° 54′
($\bar{1}$01) (001)	48° 42½′	48 43
($\bar{1}$01) ($\bar{1}$10)	74 56	74 53
($\bar{1}$01) ($\bar{1}$11)	45 43	45 43
($\bar{1}$01) (021)	73 18	73 15
($\bar{1}$11) ($\bar{1}$10)	42 20	42 14
($\bar{1}$11) (001)	62 28½	62 34
($\bar{1}$11) (011)	—	33 26
($\bar{1}$11) (021)	32 18	32 18
(011) (0$\bar{1}$1)	—	91 40
(011) (021)	18 15	18 16
(021) (0$\bar{2}$1)	128 12	128 12
(021) (001)	*64 6	—
(110) (1$\bar{1}$0)	*102 29	—
(110) (001)	*75 11½	—
(110) (021)	35 31	35 36



Spaltbarkeit b (010) undeutlich.

Optische Axenebene senkrecht zu (010), Axe b zweite Mittellinie; die erste bildet 100° 12′ (Gelb) mit Axe c im stumpfen Winkel; Doppelbrechung negativ, stark. Platten parallel der Symmetrieebene ergaben in Oel:

$2H_0$ =	128° 45′	Roth
	129 0	Gelb
	129 54	Grün.

Dispersion der Mittellinien schwach.

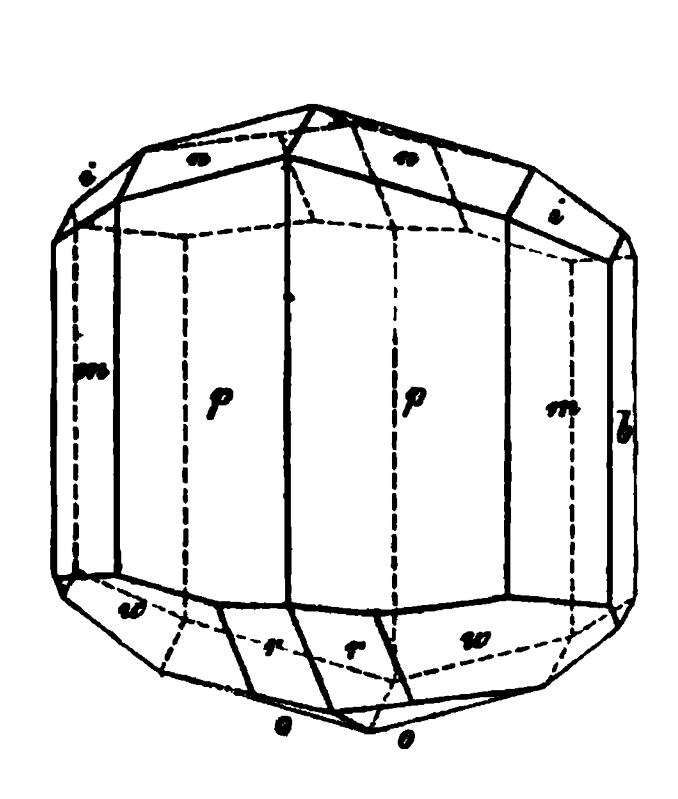
α-Dibenzanishydroxylamin (Schmelzp. 110—110½°).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,3774 : 1 : 0,2302$

$\beta = 68^0\ 14'$.

Die prismatischen Krystalle (s. Fig.) zeigen vorwiegend $p = (110)\ \infty P$, $n = (021)\ 2 P\!\!\!\!/\ \infty$, $o = (\bar{1}11) + P$, und $b = (010)\ \infty P\!\!\!\!/\ \infty$, weniger häufig: $m = (120)\ \infty P\!\!\!\!/\ 2$, $i = (041)\ 4 P\!\!\!\!/\ \infty$, $w = (\bar{2}21) + 2P$, $r = (\bar{2}11) + 2 P\!\!\!\!/\ 2$, selten $(100)\ \infty P\!\!\!\!/\ \infty$. Die Prismenflächen sind stark gewölbt, die übrigen gut.



		Beobachtet:	Berechnet:
(110)	(1$\bar{1}$0)	38° 27′ appr.	38° 38′
(110)	(021)	63 0 »	63 8½
(120)	(1$\bar{2}$0)	—	70 3½
(120)	(010)	54 55	54 58
(021)	(0$\bar{2}$1)	*46 18	—
(041)	(041)	81 0 appr.	81 4
(041)	(010)	49 32	49 28
($\bar{1}$11)	($\bar{1}\bar{1}$1)	*25 8	—
($\bar{1}$11)	(021)	*35 56	—
($\bar{1}$11)	(041)	42 15	42 16
($\bar{1}$11)	($\bar{1}$10)	—	72 26½
($\bar{1}$11)	($\bar{2}$21)	28 35	28 37½
($\bar{1}$11)	($\bar{2}$11)	28 38	28 37
($\bar{2}$21)	($\bar{2}\bar{2}$1)	37 32	37 32
($\bar{2}$21)	(010)	71 17	71 14
($\bar{2}$21)	($\bar{1}$10)	44 53	44 49
($\bar{2}$21)	(041)	58 33	58 31
($\bar{2}$21)	(021)	59 32	59 39
($\bar{2}$11)	($\bar{2}\bar{1}$1)	19 20	19 17
($\bar{2}$11)	($\bar{1}$10)	47 5 appr.	46 54½
($\bar{2}$11)	($\bar{2}$21)	9 3	9 7½
($\bar{2}$11)	(021)	62 35	62 35½

Spaltbarkeit nach $(010)\ \infty P\!\!\!\!/\ \infty$ höchst vollkommen.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene, Axe b 1. Mittellinie, die zweite bildet im spitzen Winkel ac mit der Verticalen:

20°	6′	für Roth
20	42	» Gelb
22	14	» Blau.

Scheinbarer Axenwinkel in Luft:

$2E =$ 84°	56′	Roth
86	30	Gelb
88	8	Grün
91	2	Blau.

Doppelbrechung stark, negativ.

β-Dibenzanishydroxylamin (Schmelzp. 109—110°) wurde nicht in messbaren Krystallen erhalten.

α-Anisdibenzhydroxylamin (Schmelzp. 137—137½°).

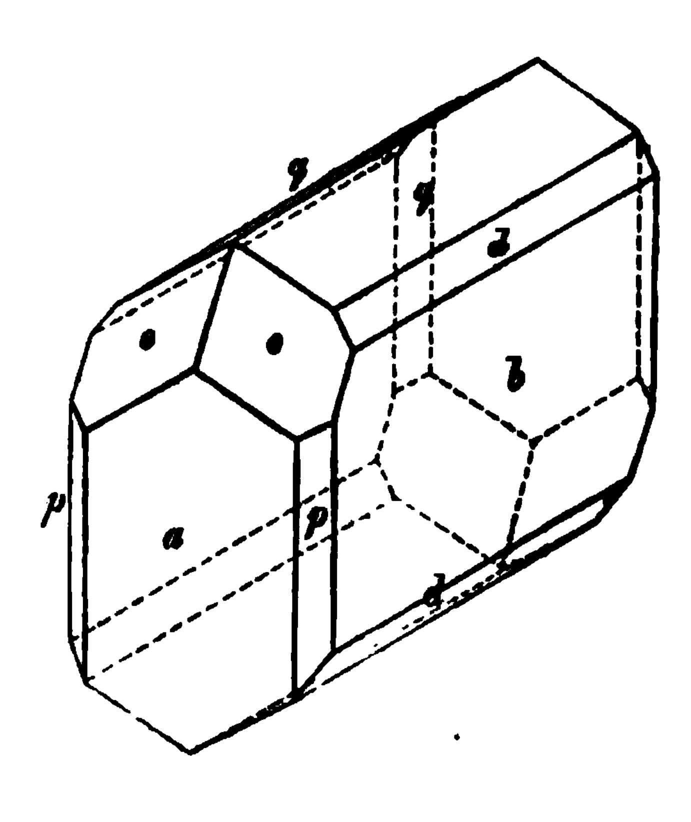
Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,6050 : 1 : 0,6095$

$\beta = 88^0\ 20\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $b = (010)\infty \breve{P}\infty$, $q = (011)\breve{P}\infty$, $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $o = (111) - P$, $p = (120)\infty\breve{P}2$, $d = (021)2\breve{P}\infty$, sehr selten $(001)\,oP$. Die Flächen häufig geknickt und unvollkommen.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100) (001) =	88° 20′	88° 20½′
(111) (1$\bar{1}$1)	*45 52	—
(111) (100)	48 25	48 29
(111) (001)	—	48 50
(111) (011)	40 8	40 6
(111) (021)	—	44 2½
(111) (120)	—	43 43½
(011) (0$\bar{1}$1)	*62 42	—
(011) (010)	58 36	58 39
(011) (100)	*88 35	—
(011) (021)	19 18	19 16
(021) (010)	38 53 appr.	39 23
(021) (100)	—	88 57
(120) (1$\bar{2}$0)	—	100 50
(120) (010)	39 30	39 35



Spaltbarkeit nach $(100)\infty\bar{P}\infty$ deutlich.

Optische Axenebene (010), die erste Mittellinie schliesst im stumpfen Winkel der Axen a und c mit letzterer ein:

27°	36½′	Roth
27	2½	Gelb
25	47½	ca. Blau.

Axenwinkel in Oel:

$2H_a =$	80°	42′	Roth
	82	16	Gelb
	83	24	Grün
	86	23	Blau.

Doppelbrechung stark, negativ.

β-Anisdibenzhydroxylamin (Schmelzp. 110°) nicht in messbaren Krystallen erhalten.

II. Von den drei metameren Substanzen:

Anisbenzanishydroxylamin $= N \begin{cases} C_8H_7O_2 \\ C_7H_5O \\ O.C_8H_7O_2 \end{cases}$

Dianisbenzhydroxylamin $= N \begin{cases} C_8H_7O_2 \\ C_8H_7O_2 \\ O.C_7H_5O \end{cases}$

Benzdianishydroxylamin $= N \begin{cases} C_7H_5O \\ C_8H_7O_2 \\ O.C_8H_7O_2 \end{cases}$

bilden sich vom ersten und dritten aus derselben Lösung (Aether) zwei Modificationen, α und β, letztere in sehr viel geringerer Menge.

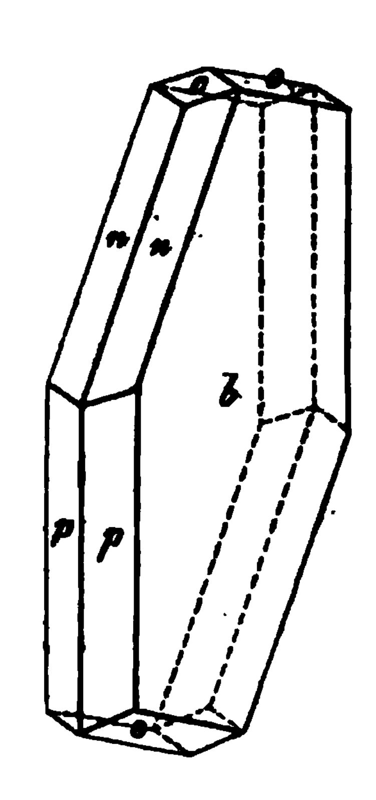
α-Anisbenzanishydroxylamin (Schmelzp. 152—153°).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,8662 : 1 : 0,3893$

$\beta = 75^0\,21\frac{1}{2}'$.

Nach der Symmetriebene sehr dünne, kleine Krystalle: $b = (010) \infty P \infty$, $p = (110) \infty P$, $n = (111) -P$, $o = (\bar{1}11) +P$, $c = (001)\, oP$.



		Beobachtet:	Berechnet:
(110)	(1$\bar{1}$0) =	*79° 56′	—
(110)	(001)	78 43 appr.	78° 50′
($\bar{1}$11)	($\bar{1}\bar{1}$1)	*41 46	—
($\bar{1}$11)	(001)	33 13 appr.	32 59
($\bar{1}$11)	($\bar{1}$10)	*68 11	—
(111)	(1$\bar{1}$1)	34 58	34 59
(111)	(001)	—	27 19½
(111)	(110)	51 38	51 30½
(111)	($\bar{1}$11)	44 57	44 48
(111)	($\bar{1}\bar{1}$1)	60 19½	60 18½

Keine deutliche Spaltbarkeit zu erkennen.

Optische Axenebene senkrecht zu (010), erste Mittellinie bildet mit c 71° 27′ (f. Gelb) im spitzen Winkel ac; geringe Dispersion der Hauptschwingungsrichtungen; durch Platten parallel (010) auch in Oel die Axen nicht mehr sichtbar. Doppelbrechung stark, negativ.

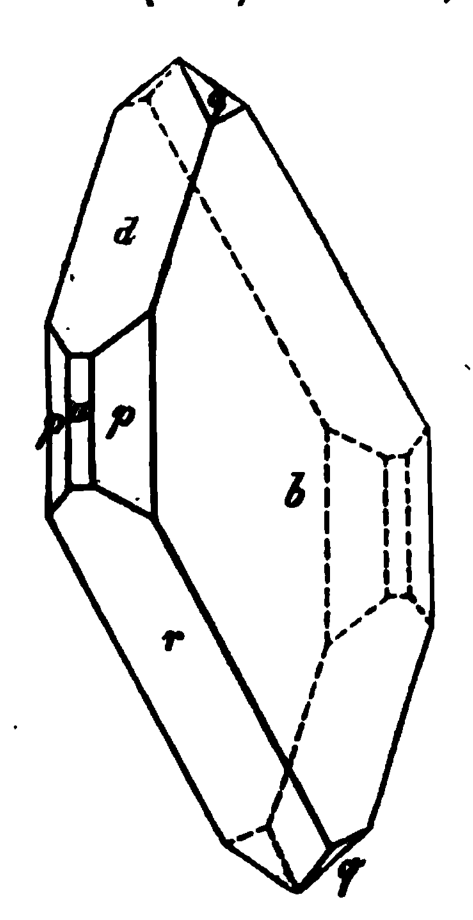
β-Anisbenzanishydroxylamin (Schmelzp. 148—149°).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1{,}0015 : 1 : 0{,}7887$

$\beta = 89^\circ\ 51'$

Kleine nach der Symmetrieebene tafelartige Krystalle der Combination: $b = (010) \infty P \infty$, $d = (101) -P\infty$, $r = (\bar{1}01) +P\infty$, $p = (110) \infty P$, $a = (100) \infty P \infty$, $q = (011) P\infty$.



		Beobachtet:	Berechnet:
(110)	(1$\bar{1}$0) =	*90° 5′	—
(110)	(10$\bar{1}$)	*64 8	—
($\bar{1}$01)	($\bar{1}$00)	—	51° 52′
(101)	(110)	64 2	64 1
(101)	(100)	—	51 41
(011)	(0$\bar{1}$1)	76 33	76 31½
(011)	($\bar{1}$01)	*51 57	—
(011)	(101)	51 49	51 53
(011)	(110)	63 49	63 55

Optische Axenebene senkrecht zu (010); die erste Mittellinie, in der Symmetrieebene, bildet mit c, im stumpfen Winkel ac:

54° 31′	f. Roth
53 50	» Gelb
53 5	» Grün
51 20	» Blau (approx.)

Scheinbarer Axenwinkel in Luft:

$2E =$ 15° 30′	Roth
16 42	Gelb
17 45	Grün
19 45	Blau.

Doppelbrechung stark.

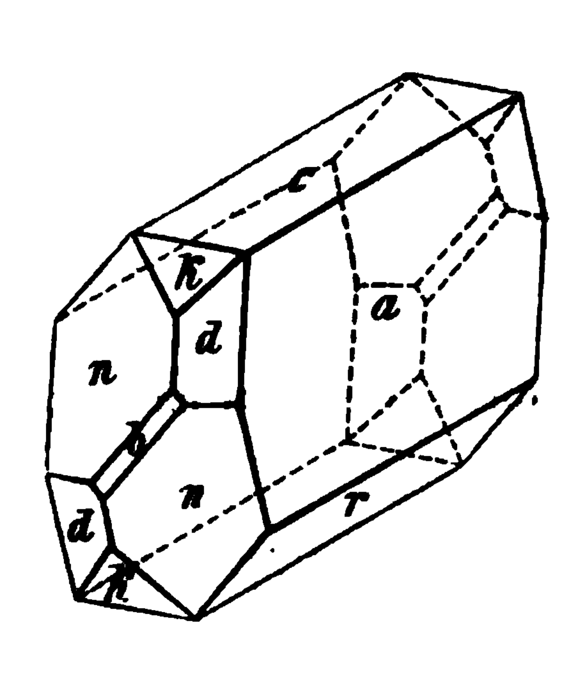
Dianisbenzhydroxylamin (Schmelzp. 147½°).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,2501 : 1 : 2,4868$

$\beta = 79° 3'$

Die epidotähnlich ausgebildeten Krystalle sind in beistehender Figur mit der Symmetrieaxe nach vorn gerichtet dargestellt; in der gewöhnlichen Stellung sind die Zeichen der Formen: $c = (001)\, oP$, $a = (100) \infty P \infty$, $b = (010) \infty P \infty$, $n = (\bar{1}11) + P$, $d = (111) - P$, $r = (\bar{1}01) + P\infty$, $k = (012)\, \frac{1}{2} P \infty$. Die Querflächen sind meist vollkommen ausgebildet.



		Beobachtet:	Berechnet:
(100)	(001)	79° 2′	79° 3′
$(\bar{1}11)$	$(11\bar{1})$	*57 36	—
$(\bar{1}11)$	$(\bar{1}00)$	70 50	70 49
$(\bar{1}11)$	(001)	73 28	73 31½
(111)	$(\bar{1}1\bar{1})$	*67 18	—
(111)	(100)	63 46	63 48
(111)	(001)	65 37	65 38
(111)	$(\bar{1}11)$	*45 23	—
(111)	$(11\bar{1})$	40 45	40 50
$(\bar{1}11)$	$(\bar{1}01)$	61 12	61 12
$(\bar{1}01)$	$(\bar{1}00)$	47 0	47 ½
(012)	(001)	50 44	50 54
(012)	(100)	83 0	83 5
(012)	$(\bar{1}01)$	68 0	68 6
(012)	$(\bar{1}11)$	31 0	30 57
(012)	(111)	25 4	25 7½

Spaltbarkeit nach (010) undeutlich.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; b erste Mittellinie; die zweite bildet im stumpfen Winkel β mit der Verticalen:

34° 22′ f. Roth
33 46 » Gelb
33 14 » Grün
31 59 » Blau

Axenwinkel in Oel:

$2H_a = 101° 27'$ Roth
102 46 Gelb
104 10 Grün
107 0 Blau.

Starke negative Doppelbrechung.

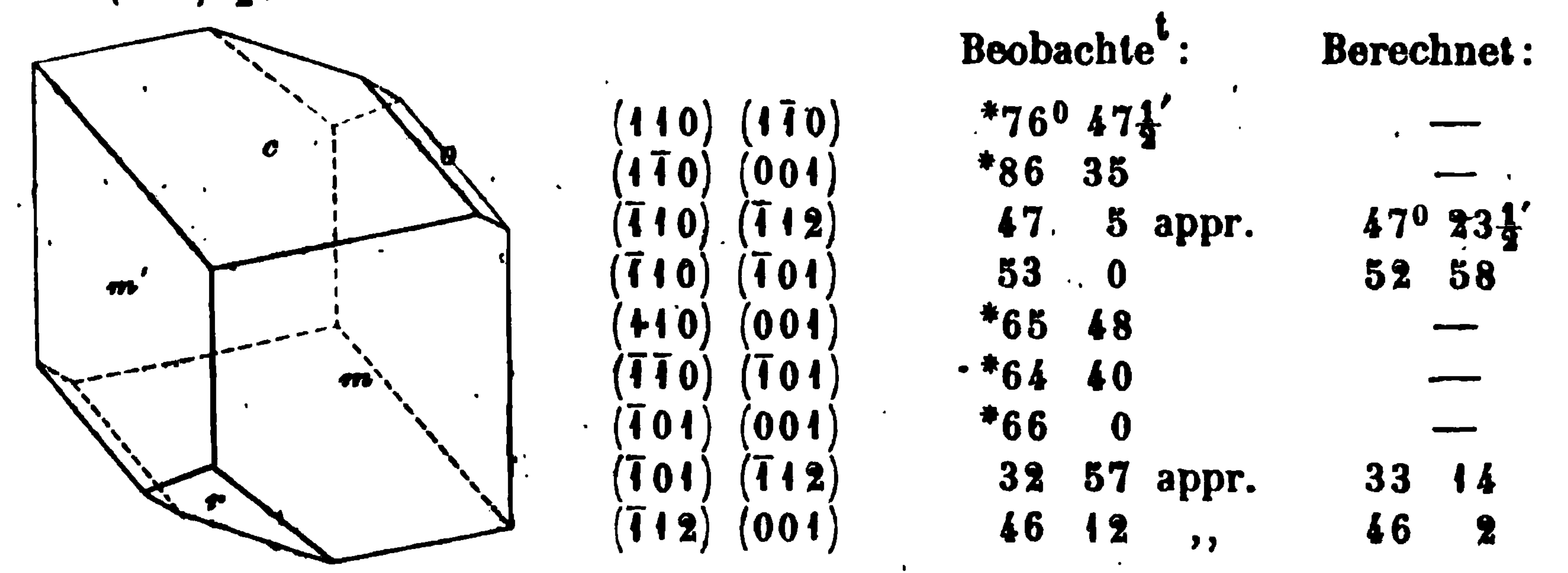
α-Benzdianishydroxylamin (Schmelzp. 137½—138½°).

Asymmetrisch.

$a : b : c = 0,8025 : 1 : 0,9550$

$A =$ 92° 48′		$\alpha =$ 99° 4½′	
B 114 35		β 115 58	
C 77 21		γ 74 43	

Kurz säulenförmige, schlecht ausgebildete Krystalle der Combination: $c = (001)\, oP$, $m = (110)\, \infty P'$, $m' = (1\bar{1}0)\, \infty' P$, $r = (\bar{1}01)\, ,\bar{P},\infty$, $o = (\bar{1}12)\, \frac{1}{2},P$.



	Beobachtet:	Berechnet:
$(110)\,(1\bar{1}0)$	*76° 47½'	—
$(1\bar{1}0)\,(001)$	*86 35	—
$(\bar{1}10)\,(\bar{1}12)$	47 5 appr.	47° 23½'
$(\bar{1}10)\,(\bar{1}01)$	53 0	52 58
$(110)\,(001)$	*65 48	—
$(\bar{1}\bar{1}0)\,(\bar{1}01)$	*64 40	—
$(\bar{1}01)\,(001)$	*66 0	—
$(\bar{1}01)\,(\bar{1}12)$	32 57 appr.	33 14
$(\bar{1}12)\,(001)$	46 12 ,,	46 2

Spaltbarkeit nach $(110)\, \infty P'$ vollkommen.

Schwingungsrichtungen geneigt gegen die Kanten, durch $(1\bar{1}0)$ tritt eine Axe aus.

β-Benzdianishydroxylamin (Schmelzp. 137½—138°).

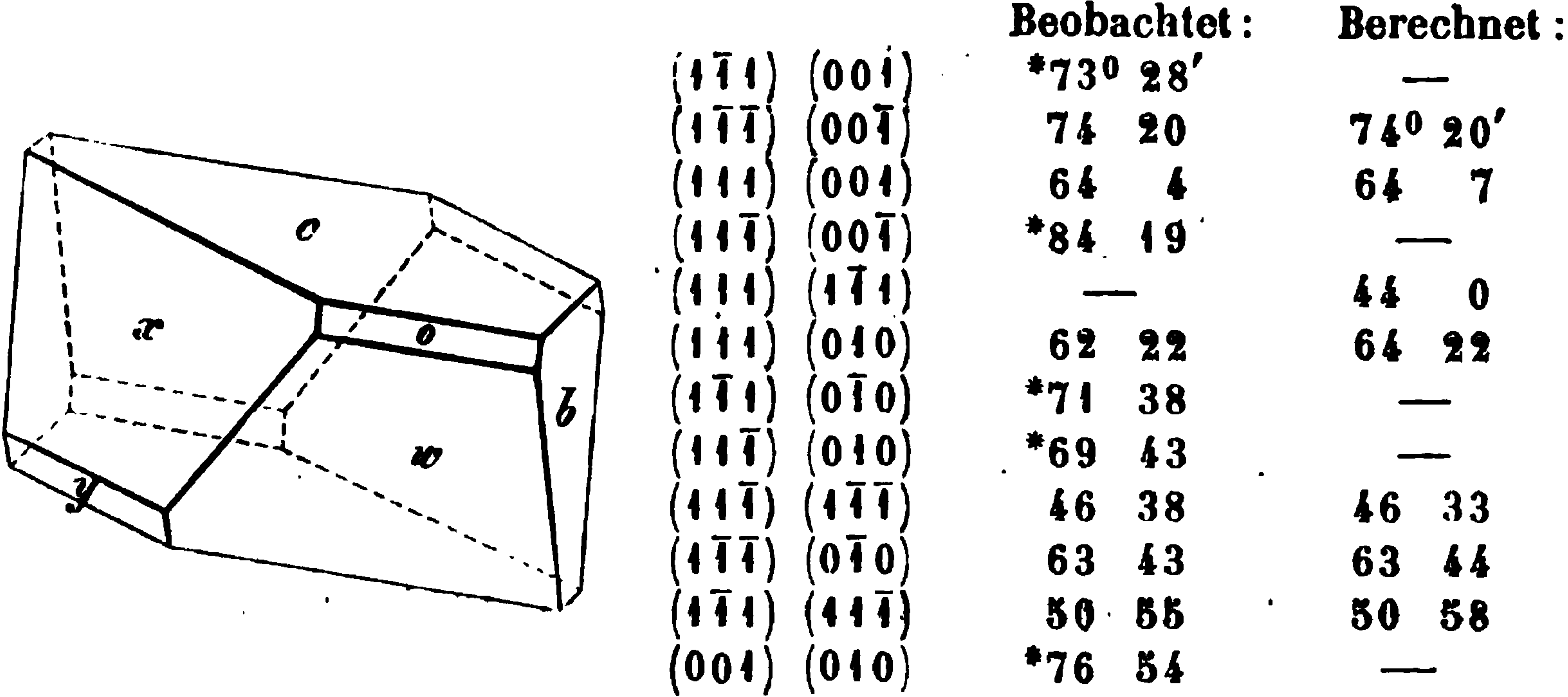
In Salzsäure leicht zersetzbar und hierin von den übrigen β-Modificationen abweichend.

Asymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}4284 : 1 : 1{,}3997$

$A =$	103° 6'	$\alpha =$	103° 7½'
$B =$	96 12½	$\beta =$	96 16
$C =$	90 29	$\gamma =$	89 25

Die monosymmetrisch erscheinenden Krystalle (s. Fig.) zeigen: $c = (001)\, oP$, $o = (111)\, P'$, $\omega = (11\bar{1})\, P,$, $x = (1\bar{1}1)\,'P$, $y = (1\bar{1}\bar{1})\,,P$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$.



	Beobachtet:	Berechnet:
$(1\bar{1}1)\,(001)$	*73° 28'	—
$(1\bar{1}\bar{1})\,(00\bar{1})$	74 20	74° 20'
$(111)\,(001)$	64 4	64 7
$(11\bar{1})\,(00\bar{1})$	*84 19	—
$(111)\,(1\bar{1}1)$	—	44 0
$(111)\,(010)$	62 22	64 22
$(1\bar{1}1)\,(0\bar{1}0)$	*71 38	—
$(11\bar{1})\,(010)$	*69 43	—
$(11\bar{1})\,(1\bar{1}\bar{1})$	46 38	46 33
$(1\bar{1}\bar{1})\,(0\bar{1}0)$	63 43	63 44
$(1\bar{1}1)\,(11\bar{1})$	50 55	50 58
$(001)\,(010)$	*76 54	—

Spaltbar vollkommen nach $(001)\, oP$.

Auf dieser Fläche ist eine Schwingungsrichtung nahe parallel der Kante mit (010).

Das von den Flächen (001) (010) (111) gebildete Dreikant hat zwei sehr ähnliche Winkel mit dem aus (001) (110) $(1\bar{1}0)$ gebildeten der α-Modification, der dritte ist jedoch verschieden.

III. Das Tribenzhydroxylamin

$$N \begin{cases} C_7\,H_5\,O \\ C_7\,H_5\,O \\ O.\,C_7\,H_5\,O \end{cases}$$

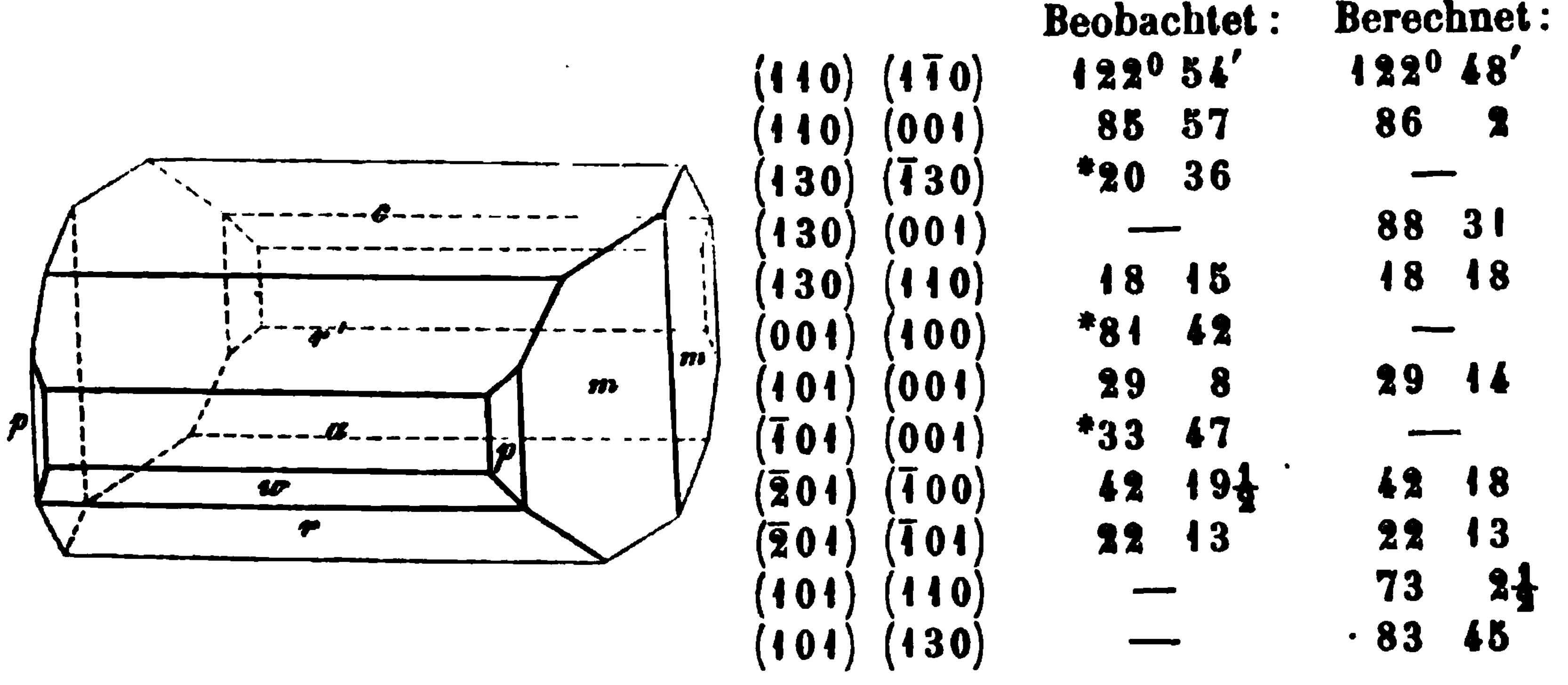
existirt in 3 physikalisch isomeren Modificationen:

α-Tribenzhydroxylamin (Schmelzp. 100°).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,8536 : 1 : 1,1418$
$\beta = 81^0\,42'$.

Beobachtete Formen: $c = (001)\,oP$, $a = (100)\infty P\infty$, $r = (\bar{1}01) + P\infty$, $r' = (101) - P\infty$, $w = (\bar{2}01) + 2P\infty$, $p = (110)\infty P$, $m = (130)\infty P3$.



		Beobachtet:	Berechnet:
(110)	$(1\bar{1}0)$	122° 54'	122° 48'
(110)	(001)	85 57	86 2
(130)	$(\bar{1}30)$	*20 36	—
(130)	(001)	—	88 31
(130)	(110)	18 15	18 18
(001)	(100)	*81 42	—
(101)	(001)	29 8	29 14
$(\bar{1}01)$	(001)	*33 47	—
$(\bar{2}01)$	$(\bar{1}00)$	42 19½	42 18
$(\bar{2}01)$	$(\bar{1}01)$	22 13	22 13
(101)	(110)	—	73 2½
(101)	(130)	—	83 45

Spaltbarkeit: (100) $\infty P\infty$ sehr vollkommen, (001) oP weniger vollkommen.

Optische Axenebene ⊥ (010) $\infty P\infty$; eine Axe tritt nahe normal durch (100), die andere etwas geneigt durch (001) aus; die erste (positive) Mittellinie, fast senkrecht zu (101), schliesst mit der Verticalaxe im stumpfen Winkel β 41° 3' (für mittlere Farben) ein. Doppelbrechung energisch.

β-Tribenzhydroxylamin (Schmelzp. 141—142°).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,8970 : 1 : 0,3004$
$\beta = 83^0\,21'$

Beobachtete Formen: (110) ∞P, (111) $-P$, (011) $P\infty$, (100) $\infty P\infty$, (010) $\infty P\infty$.

Spaltbar nach (100) $\infty P\infty$.

Optische Axenebene (010);

$2H_a =$	88° 45'	Roth
	91 14	Grün
	93 16	Blau.

Starke positive Doppelbrechung.
(Bereits 1872 in den Ann. d. Chem. u. Pharm. **166**, 181 beschrieben.)

γ-Tribenzhydroxylamin (Schmelzp. 112⁰).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,9257 : 1 : ?$

$\beta = 65^0\ 54\frac{1}{2}'$

Kurze Prismen (110) ∞P mit (001) oP, nach beiden Spaltbarkeit.

(110) (1$\bar{1}$0)	=	80⁰ 24′ appr.
(110) (001)		71 50 ,,

Optische Axenebene (010), 1. Mittell. (pos.) nahe normal zu (001).

$2H_a$	=	104⁰ 35′ Roth
		105 5 Gelb
		105 30 Grün.

Starke Doppelbrechung, schwache geneigte Dispersion.

Ref.: P. Groth.

Autorenregister.

Sachregister.

Druckfehler.

S. 14 Z. 17 v. o. l. »*oR*« statt »*oP*«.
» 18 » 11 v. u. l. »von Hauer« st. »von Haner«.
» 19 » 2 v. u. l. »Olivinfels« st. »Alirinfels«.
» 24 » 14 v. o. l. »zur« st. »zum«.
» 26 » 19 v. o. l. »*q*« st. »*g*«.
» — » 20 v. o. l. »*y*« st. »*q*«.
» 27 » 15 v. o. l. »78° 59'« st. 1° 7'«.
» — » 18 v. o. l. »die Pyramide« st. »das Oktaëder«.
» — » 15 v. u. l. »*a*« st. »*α*«.

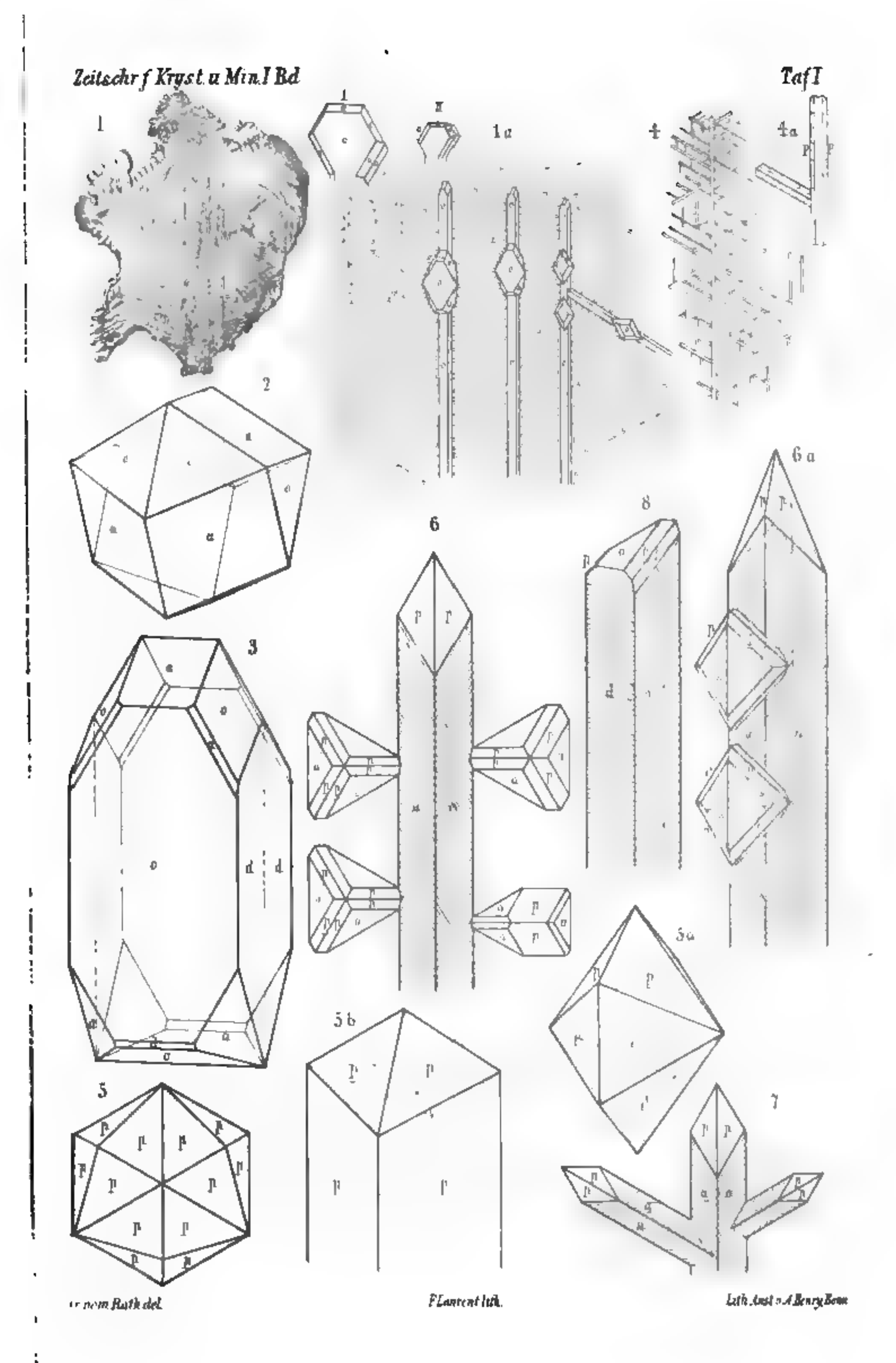
S. 68 müssen in den Figg. des Ludlamit alle Indices der zweiten Stelle ein Minuszeichen erhalten, weil die linke Seite dem Beobachter zugekehrt ist. An der Unterseite der zweiten Fig. l. »$\bar{1}1\bar{2}$« st. »112« und »$10\bar{1}$« st. »101«.

S. 94 Z. 6 v. u. l. »er habe keine regelm. ... Würfel beobachtet« st. »es fänden sich keine regelm. ...«.

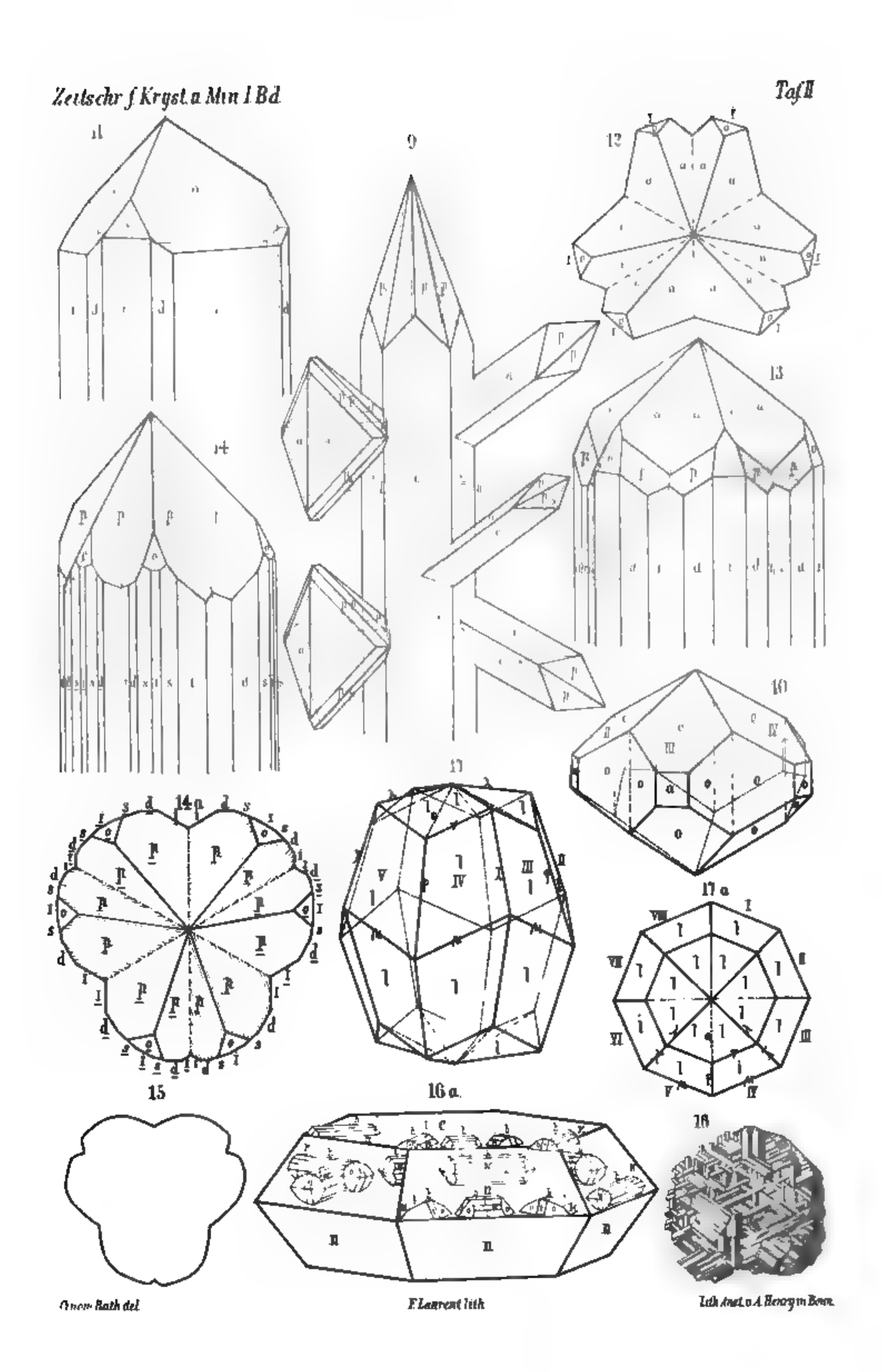
S. 95 Nr. 30 ergänze: »Eine frühere Bestimmung der Krystallform des Patchoulikamphers von Des Cloizeaux findet sich Compt. rend. 70, 1870.

S. 96 Z. 14 v. o. fehlt: »Ref. P. Groth«.
» 111 » 16 v. o. l. »auf der Rhomboëderfläche« st. »auf der Oberfläche«.
» 178 » 13 v. u. d l. »43° 32' 25''« st. 43° 33' 25''«.
» 183 » 10 v. u. d l. »46° 33' 40''« st. »46° 33' 3''«.
» 306 » 19 v. u. l. »A. Schrauf« st. »A. Secrauf«.
» 321 » 4 v. u. l. »Erzlagerstätten im Banat und Serbien, Wien 1864, p. 74« st. »Erzlagerstätten in Ungarn und Siebenbürgen«.
» 373 » 3 v. u. l. »$01\bar{1}1$« st. »$10\bar{1}1$«.
» 433 » 3 v. o. l. »Abhandlung« st. »Abhandlungen«.
» — » 7 v. o. l. »Magnesia- als Kaliglimmer« st. »Magnesia, als Kaliglimmer«.
» 440 » 20 v. o. l. »110« st. »$\bar{1}10$«.
» 441 » 20 v. o. l. »$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$« st. »$1\bar{1}1$«.
» — » 14 v. u. l. »111« st. »$\bar{1}\bar{1}1$«.
» — » 5 v. u. l. »$\bar{1}\bar{1}0$« st. »110«.
» 452 » 8 v. u. l. »einer sehr verdünnten Mischung der Lösung desselben mit Wasserglas« st. »einer sehr verdünnten Mischung desselben mit W.«.
» 459 » 6 v. u. l. »wie die in Fig. 69 dargestellten« st. »wie das in Fig. 69 dargestellte«.
» 526 » 7 v. o. l. »unter XXIX Nr. 35 S. 416« st. »oben unter Nr. 33«.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



v. vom Rath del. F. Laurent lith. Lith. Anst. v. A. Henry Bonn



G. vom Rath del. F. Laurent lith. Lith. Anst. v. A. Henry in Bonn.

Z.

Druckfehler.

S. 14 Z. 17 v. o. l. »oR« statt »oP«.
» 18 » 11 v. u. l. »von Hauer« st. »von Haner«.
» 19 » 2 v. u. l. »Olivinfels« st. »Alirinfels«.
» 24 » 14 v. o. l. »zur« st. »zum«.
» 26 » 19 v. o. l. »q« st. »g«.
» — » 20 v. o. l. »γ« st. »q«.
» 27 » 15 v. o. l. »78° 59'« st. 1° 7'«.
» — » 18 v. o. l. »die Pyramide« st. »das Oktaëder«.
» — » 15 v. u. l. »a« st. »α«.

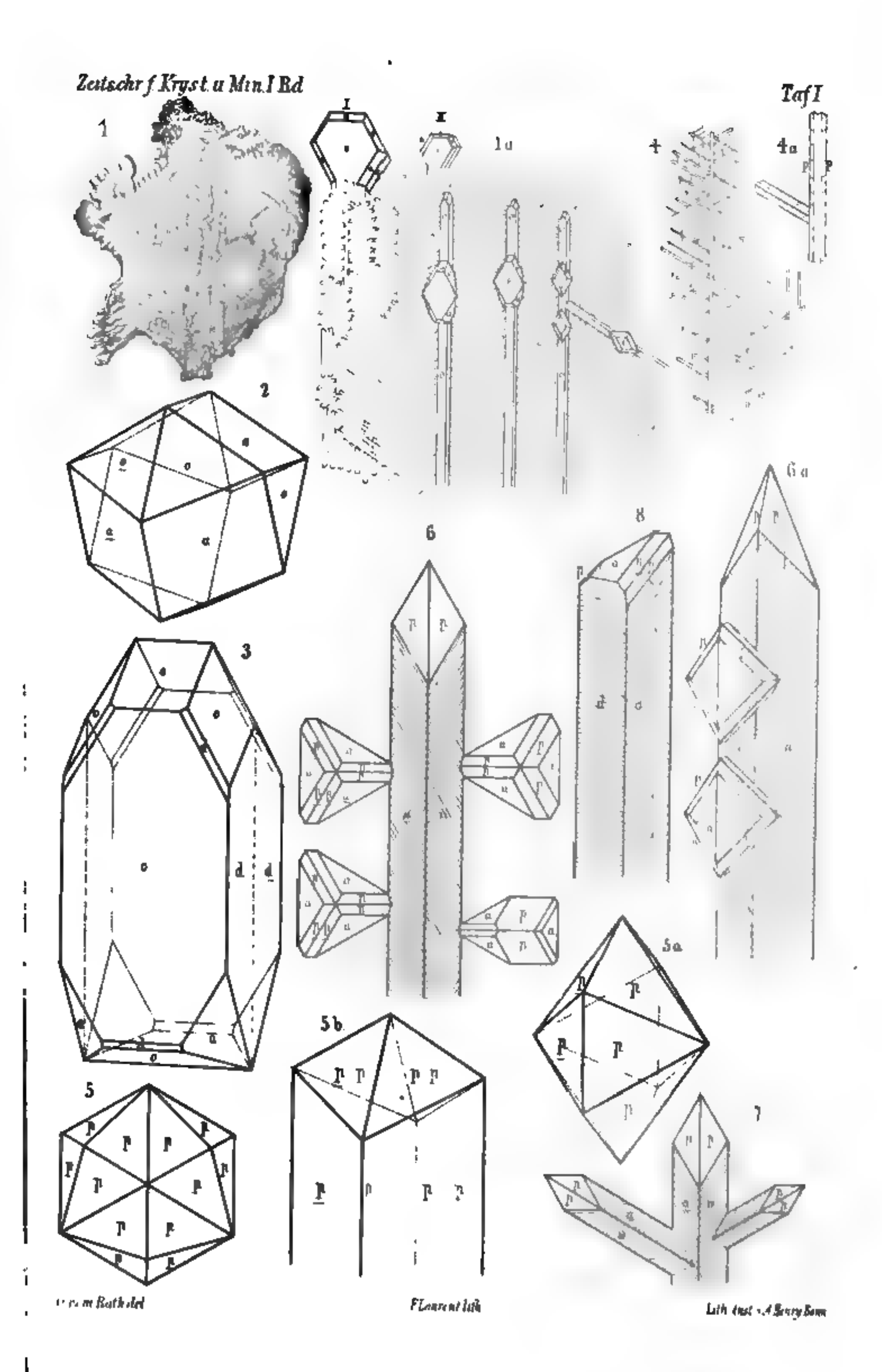
S. 68 müssen in den Figg. des Ludlamit alle Indices der zweiten Stelle ein Minuszeichen erhalten, weil die linke Seite dem Beobachter zugekehrt ist. An der Unterseite der zweiten Fig. l. »$\bar{1}1\bar{2}$« st. »112« und »$10\bar{1}$« st. »101«.

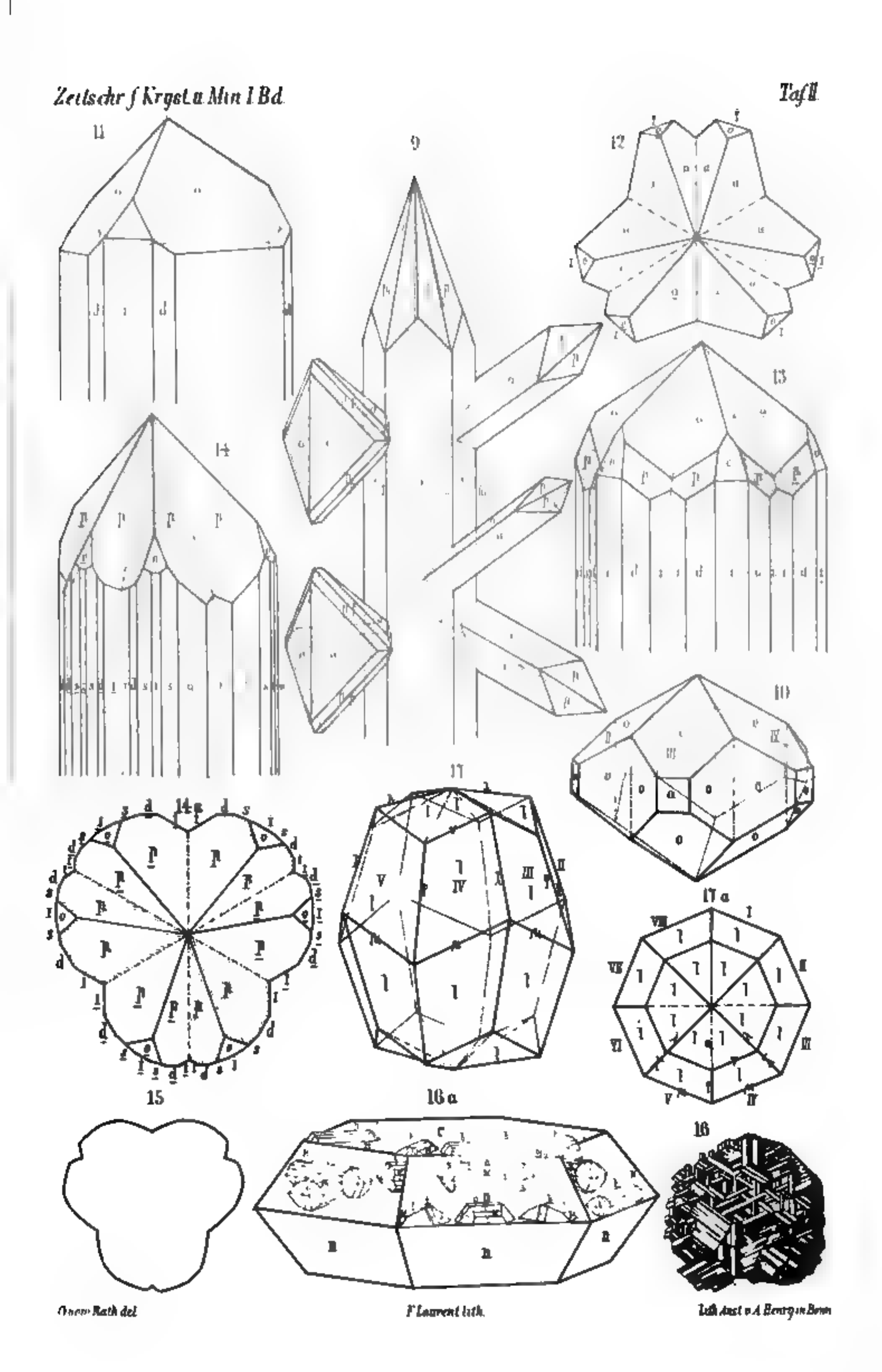
S. 94 Z. 6 v. u. l. »er habe keine regelm. ... Würfel beobachtet« st.»es fänden sich keine regelm. ...«.

S. 95 Nr. 30 ergänze: »Eine frühere Bestimmung der Krystallform des Patchoulikamphers von Des Cloizeaux findet sich Compt. rend. 70, 1870.

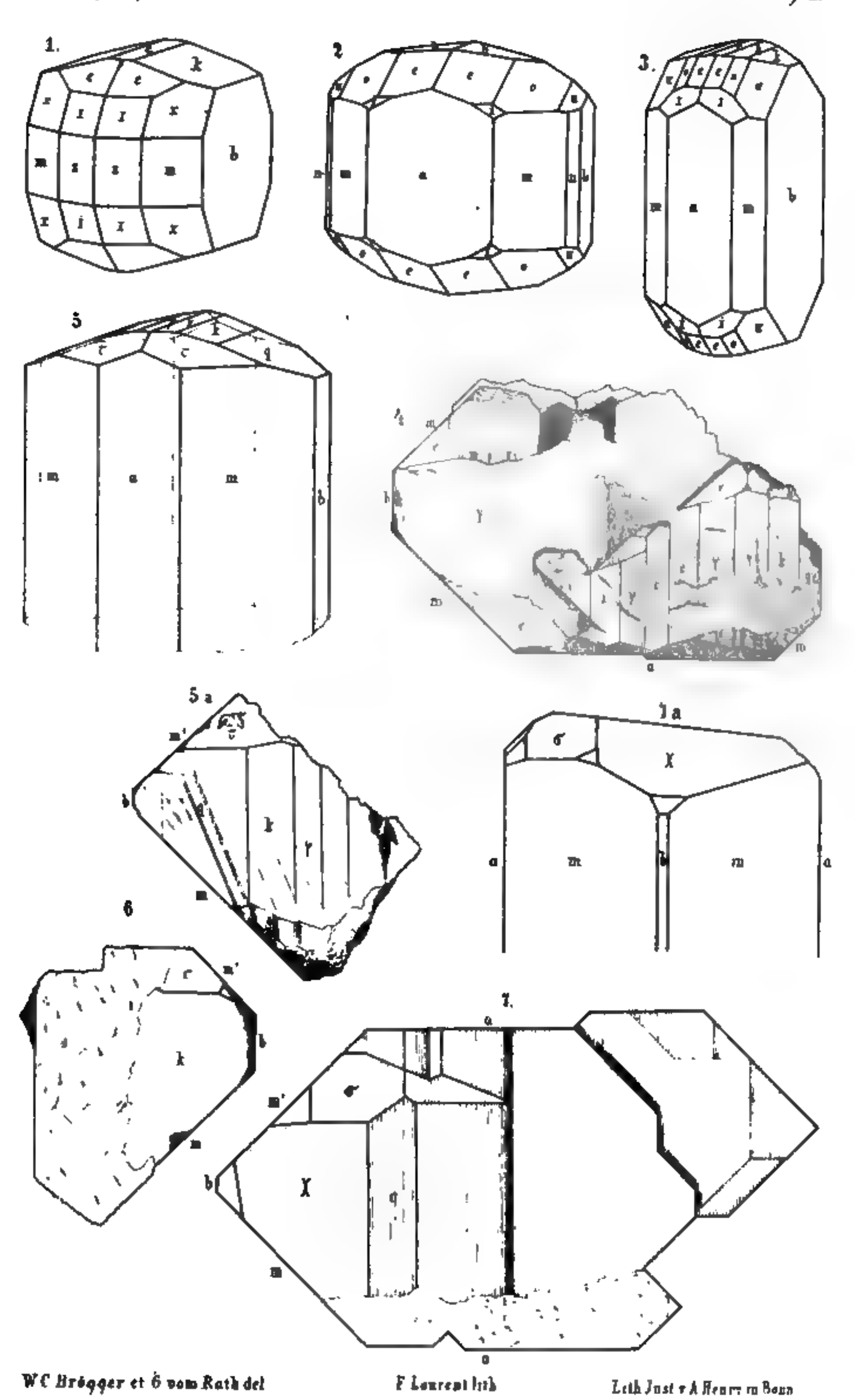
S. 96 Z. 14 v. o. fehlt: »Ref. P. Groth«.
» 111 » 16 v. o. l. »auf der Rhomboëderfläche« st. »auf der Oberfläche«.
» 178 » 13 v. u. δ l. »43° 52' 25''« st. 43° 58' 25''«.
» 183 » 10 v. u. δ l. »46° 55' 40''« st. »46° 55' 5''«.
» 306 » 19 v. u. l. »A. Schrauf« st. »A. Sccrauf«.
» 321 » 4 v. u. l. »Erzlagerstätten im Banat und Serbien, Wien 1864, p. 74« st.»Erzlagerstätten in Ungarn und Siebenbürgen«.
» 378 » 5 v. u. l. »($01\bar{1}1$)« st. »($10\bar{1}1$)«.
» 438 » 8 v. o. l. »Abhandlung« st. »Abhandlungen«.
» — » 7 v. o. l. »Magnesia- als Kaliglimmer« st. »Magnesia, als Kaliglimmer«.
» 440 » 20 v. o. l. »($\bar{1}10$)« st. »($\bar{1}\bar{1}0$)«.
» 451 » 20 v. o. l. »($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)« st. »($1\bar{1}1$)«.
» — » 14 v. u. l. »($1\bar{1}\bar{1}$)« st. »($\bar{1}\bar{1}1$)«.
» — » 8 v. u. l. »($\bar{1}\bar{1}0$)« st. »(110)«.
» 482 » 8 v. u. l. »einer sehr verdünnten Mischung der Lösung desselben mit Wasserglas« st. »einer sehr verdünnten Mischung desselben mit W.«.
» 489 » 6 v. u. l. »wie die in Fig. 69 dargestellten« st. »wie das in Fig. 69 dargestellte«.
» 526 » 7 v. o. l. »unter XXIX Nr. 38 (S. 416)« st. »oben unter Nr. 38«.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

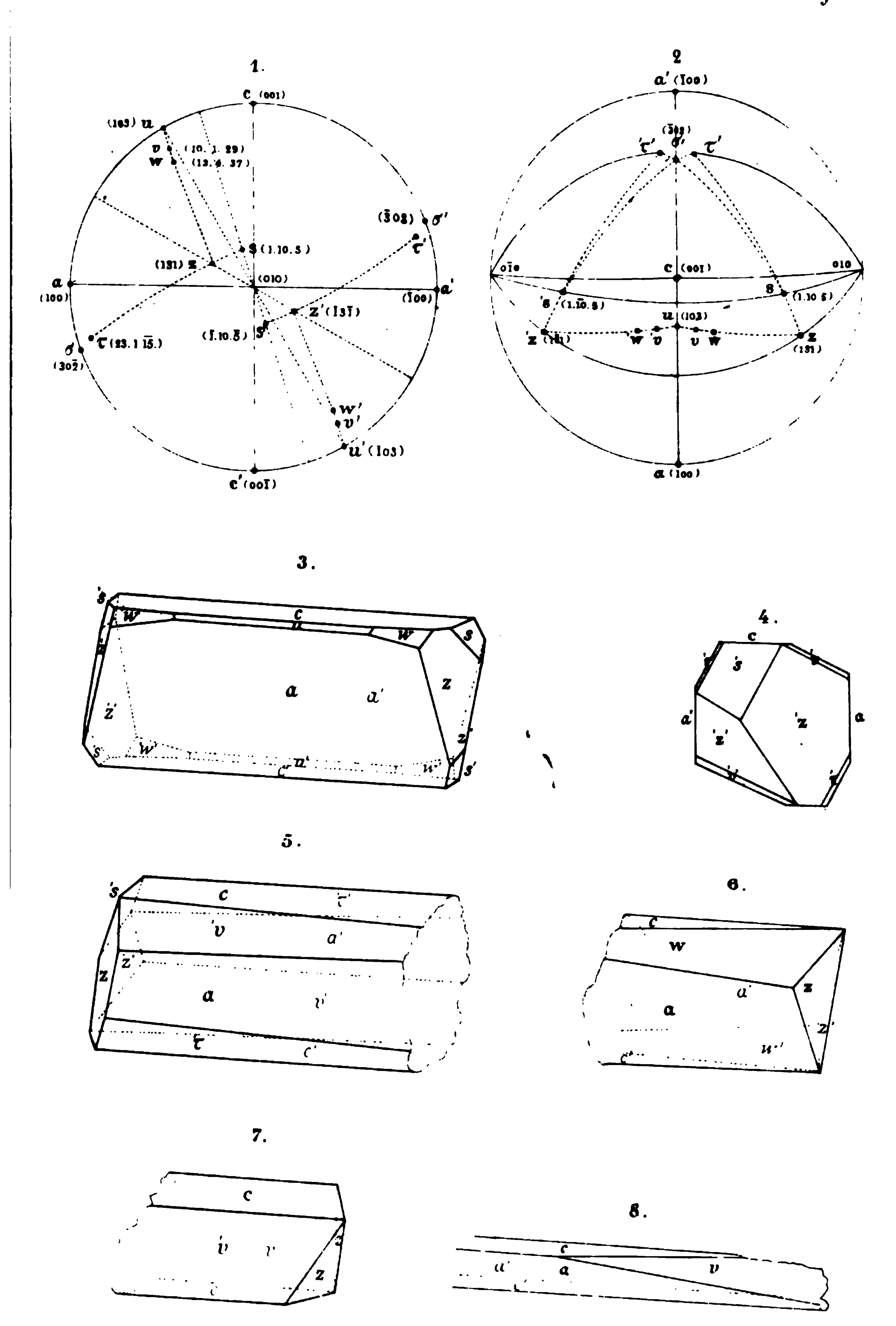

1
1a
2
3
4
4a
5
5a
5b
6
6a
7
8
Rath del.
F. Laurent lith.
Lith. Anst. v. A. Henry Bonn

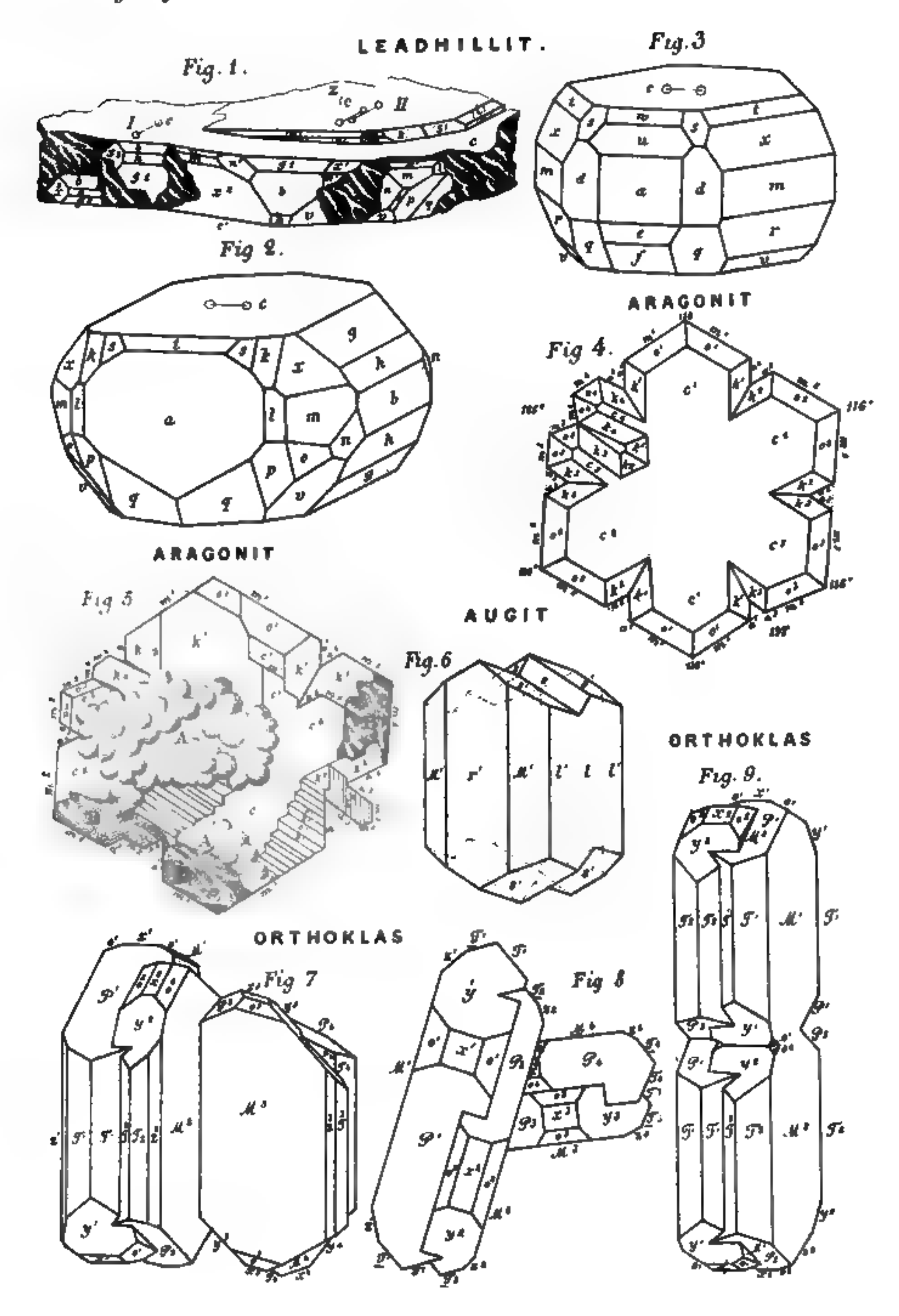


G. vom Rath del. F. Laurent lith. Lith. Anst. v. A. Henry in Bonn



W C Brögger et G vom Rath del. F Laurent lith. Lith Inst v A Henry in Bonn


1.
c (001)
(103) u
v (10.1.29)
w (13.4.37)
(3̄02) σ'
τ'
s (1.10.5)
(131) z
a (100)
(010)
a' (1̄00)
z' (13̄1̄)
(1̄.10.5̄) s'
σ (302)
τ (23.1 1̄5.)
w'
v'
u' (103)
c' (001̄)
2
a' (1̄00)
(3̄02)
τ' σ' τ'
01̄0
c (001)
010
s (1.1̄0.5)
s (1.10.5)
u (103)
z (11̄1)
w v v w
z (131)
a (100)
3.
s w c u w s z a a' z z' s w u' s'
4.
c s z a' z' z a v
5.
s c τ' v a' z z' a v' τ c'
6.
c w a' z a z' u'
7.
c v v z
8.
c u' a v



H. Laspeyres del.

Galenit von Habach.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

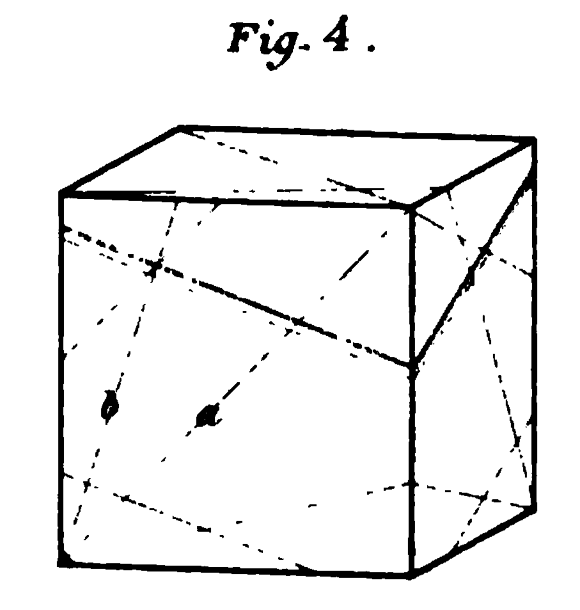


Fig. 4.

$C^9 H^{12} O^6$

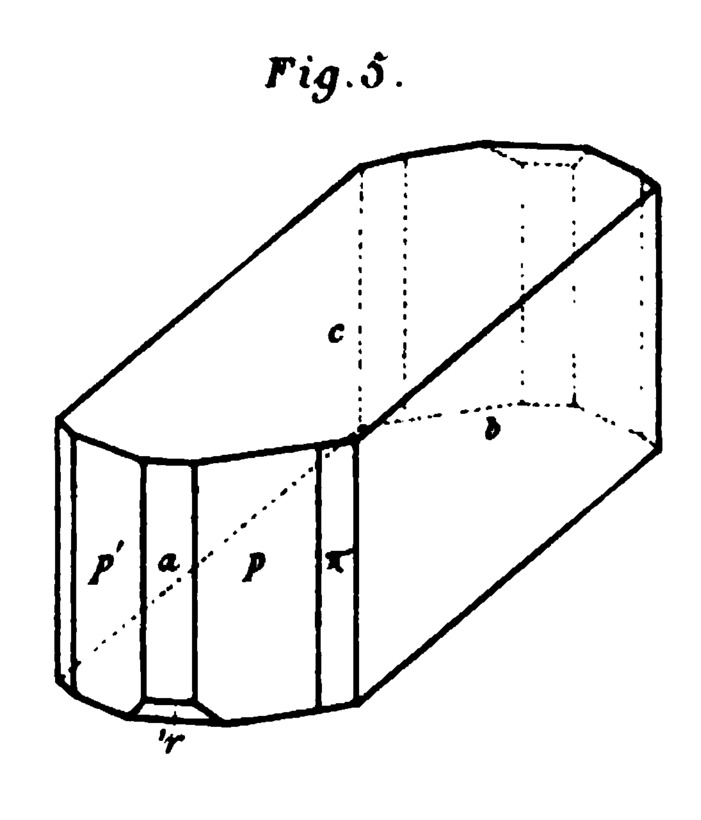


Fig. 5.

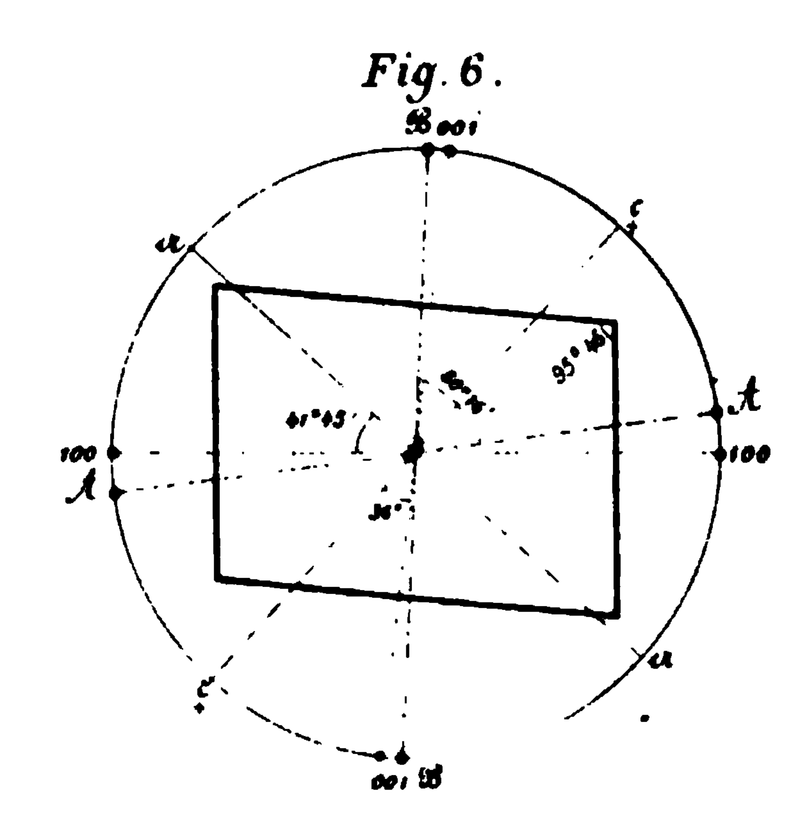
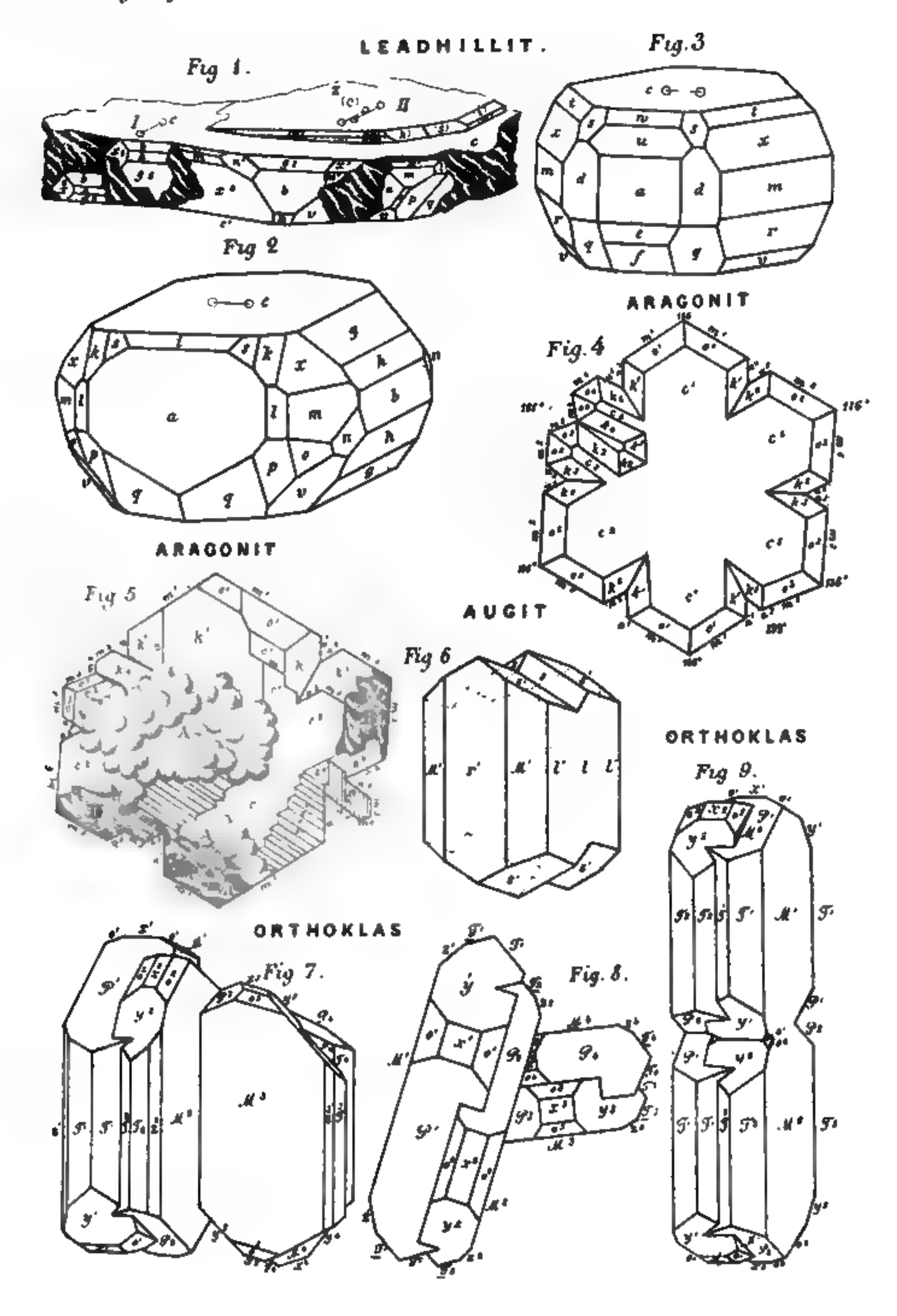


Fig. 6.

Jurasky u. Vrba del.



H. Laspeyres del.

Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

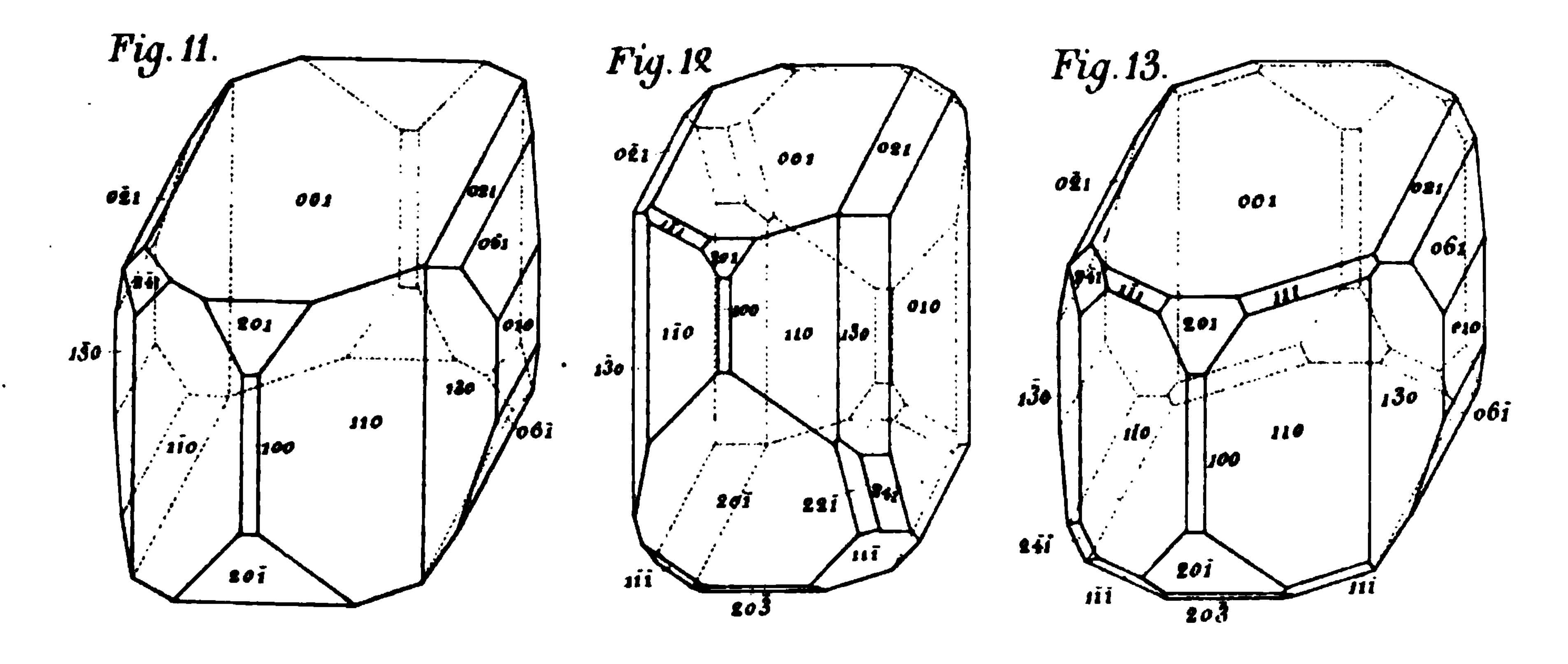


Fig. 14.

Fig. 15.

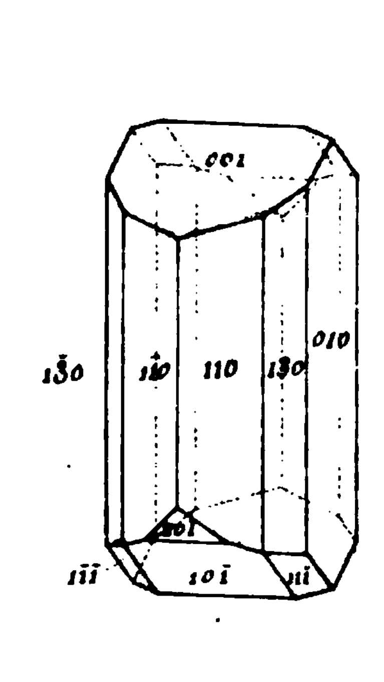


Fig. 16.

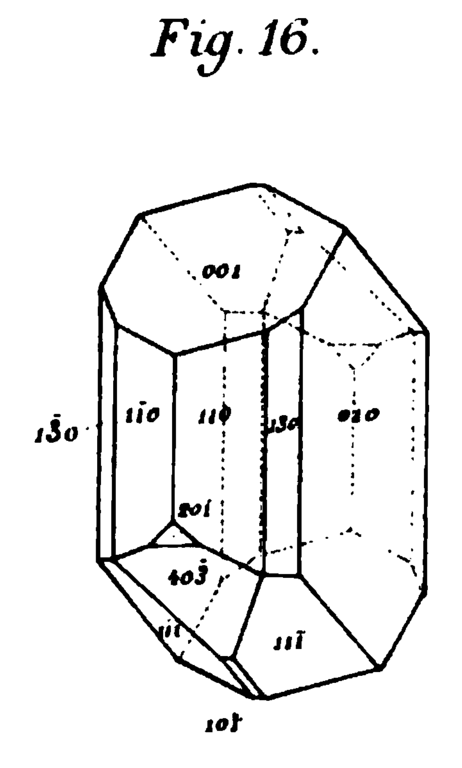


Fig. 17.

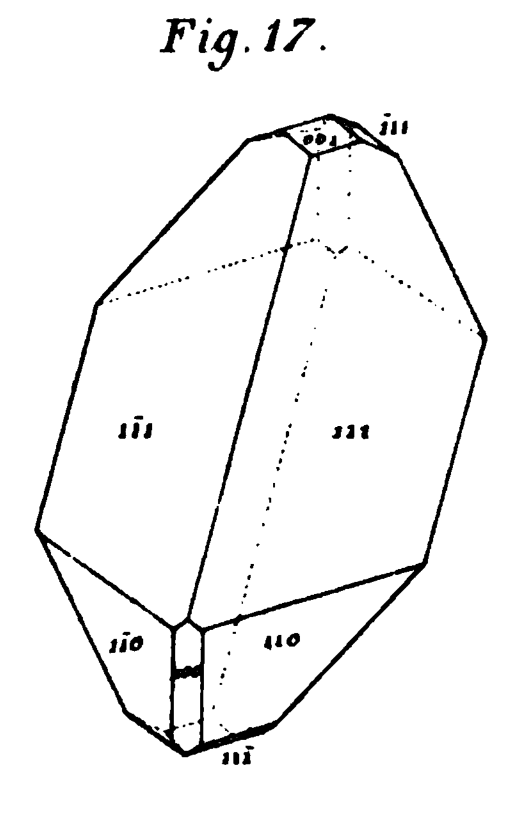
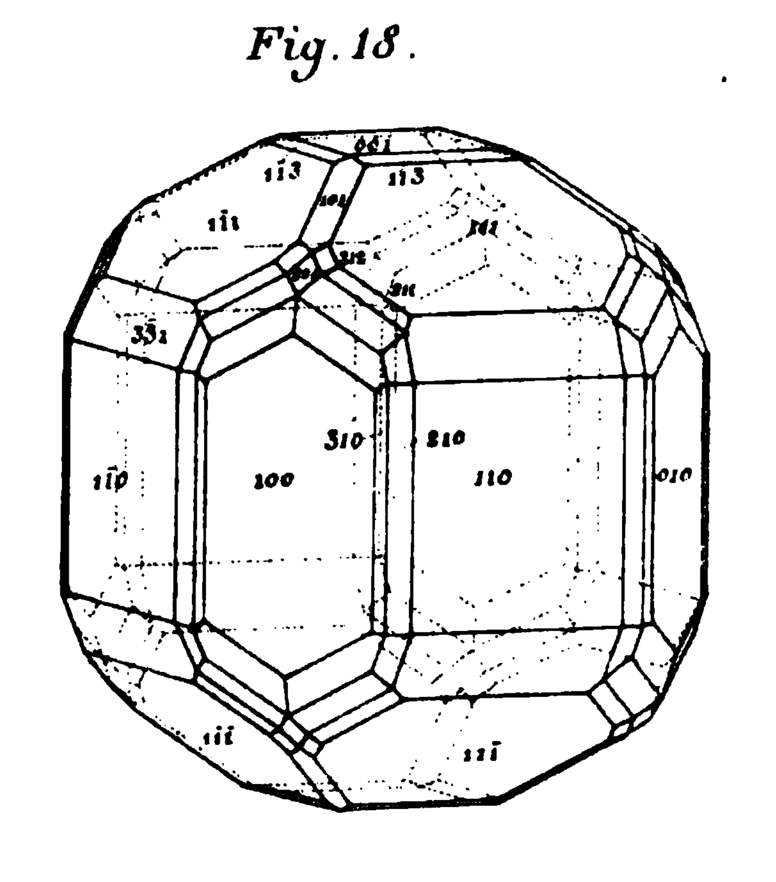


Fig. 18.



J. Strüver gez.

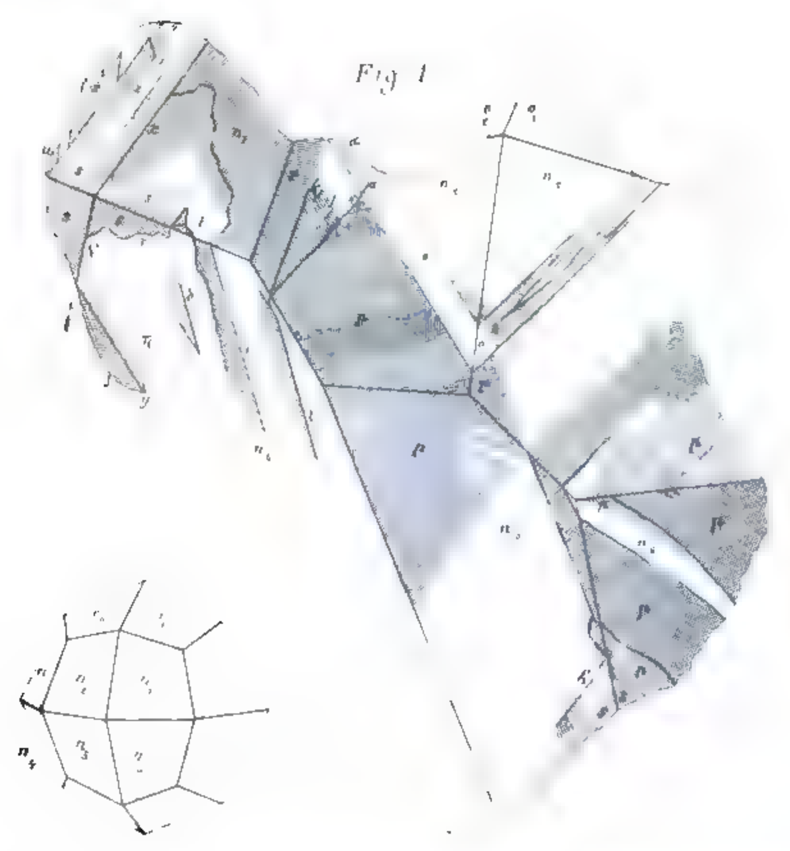

Fig. 1

Fig. 2.

H. Baumhauer gez.

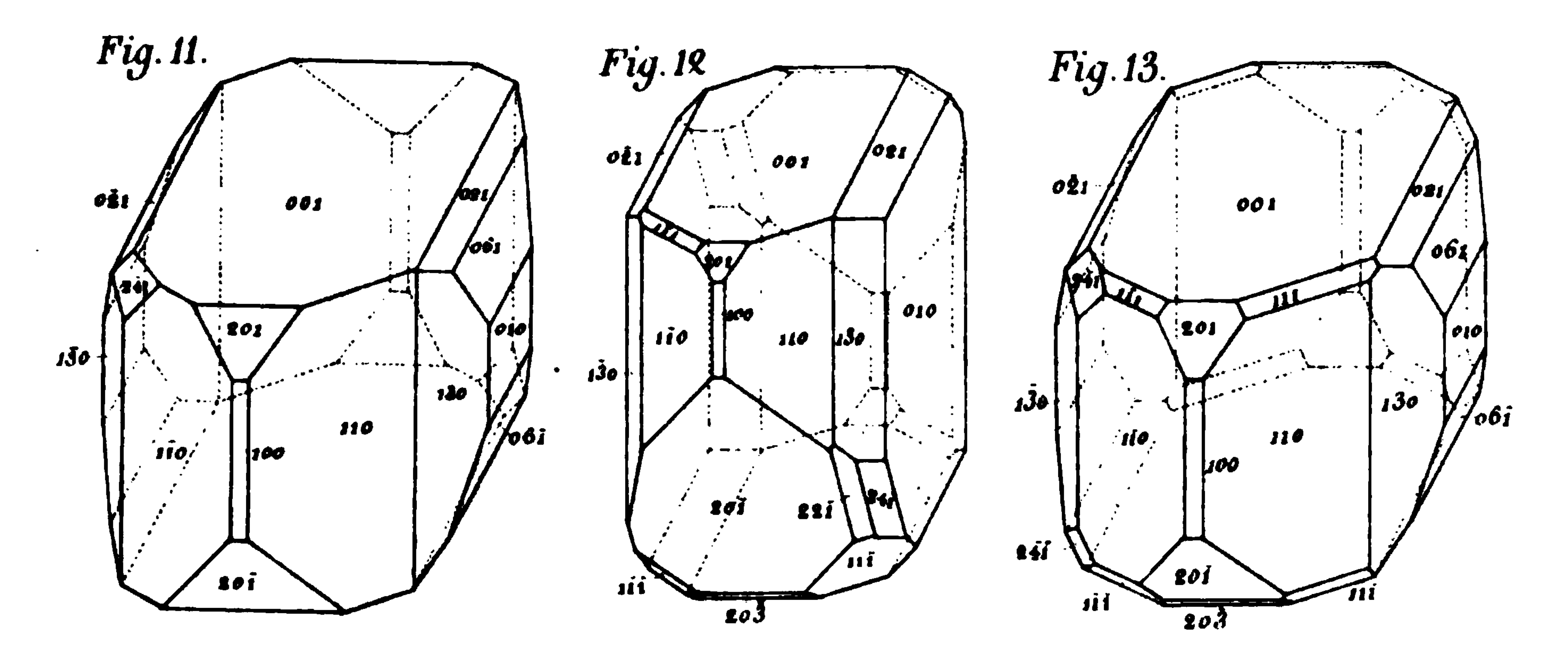


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

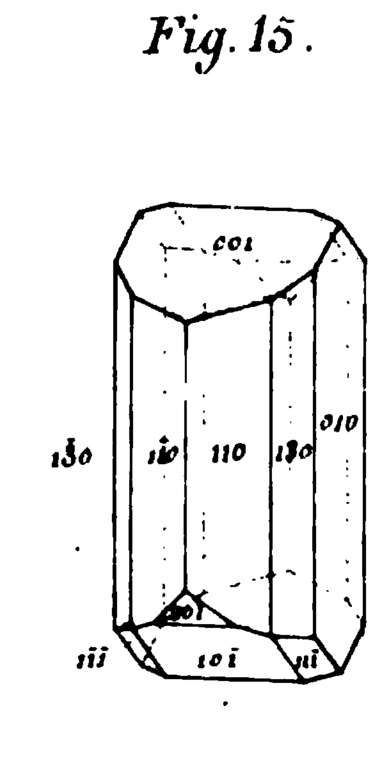


Fig. 16.

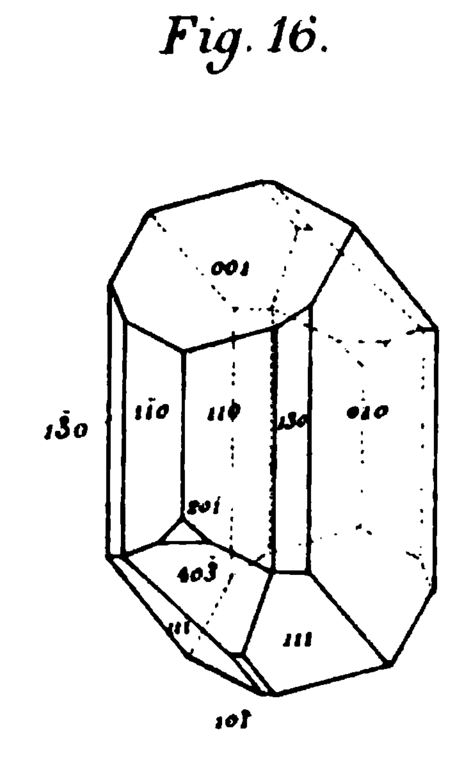
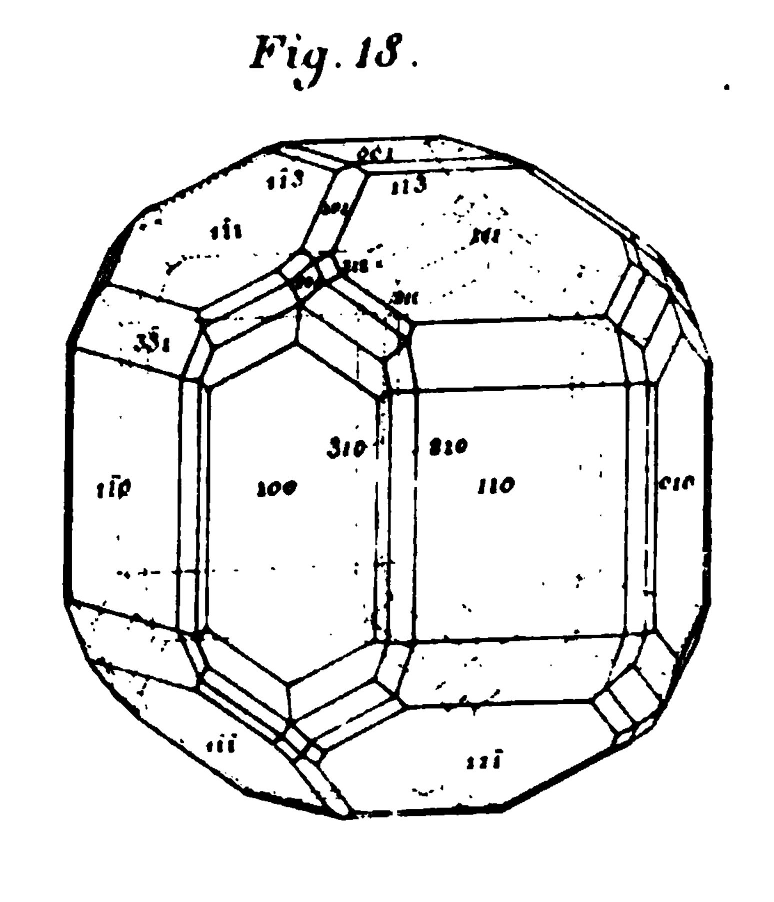
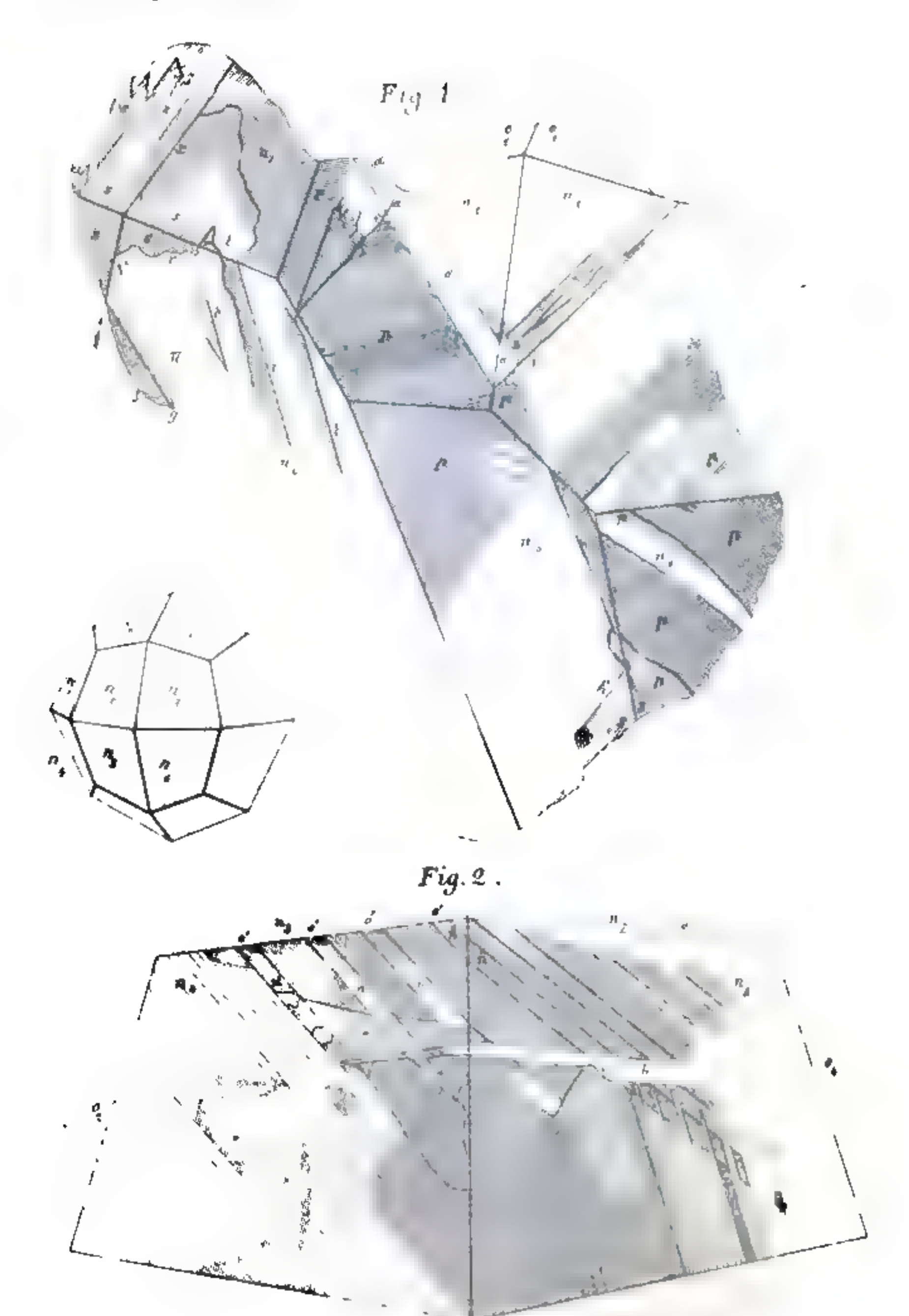


Fig. 17.

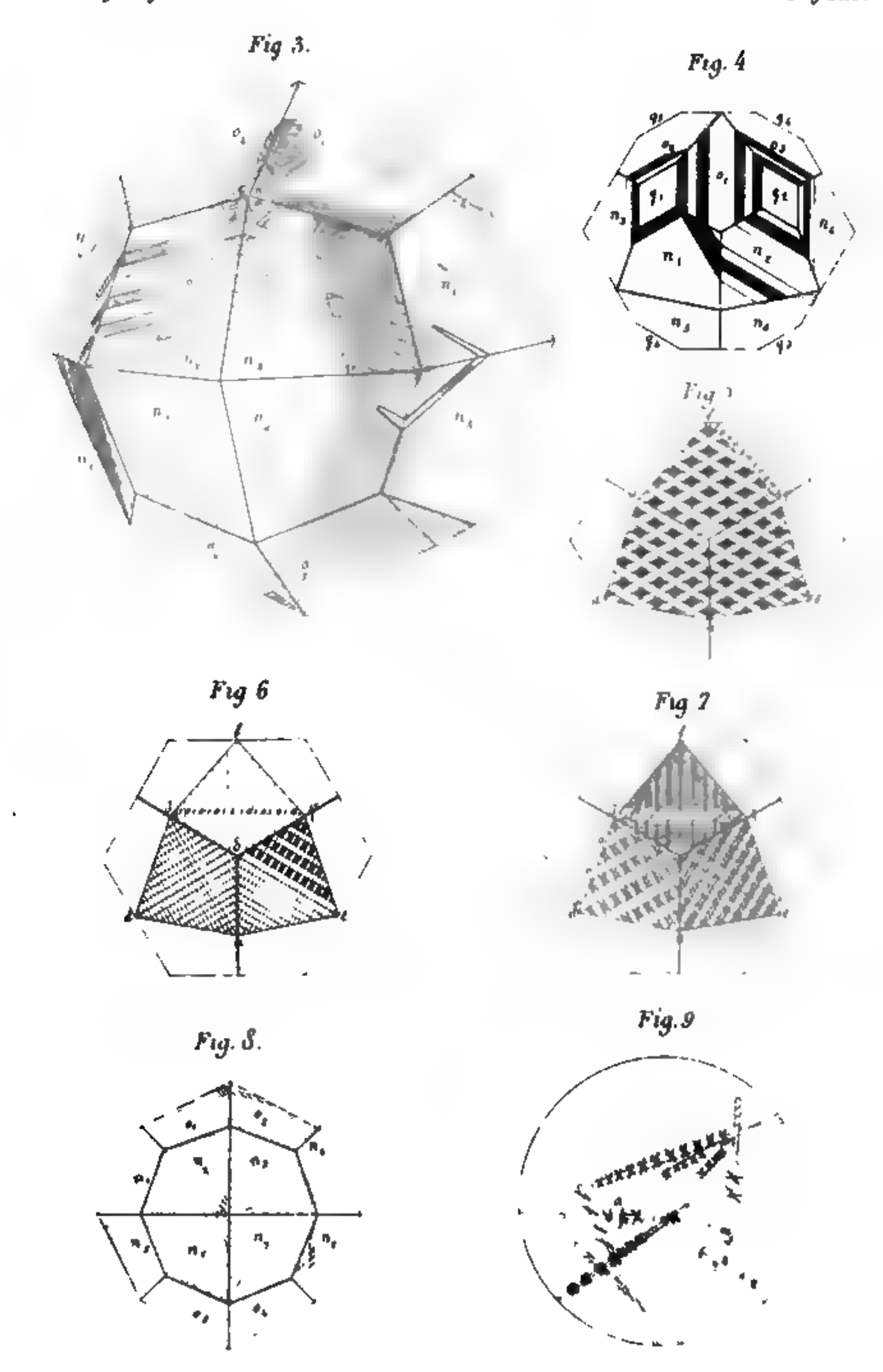
Fig. 18.



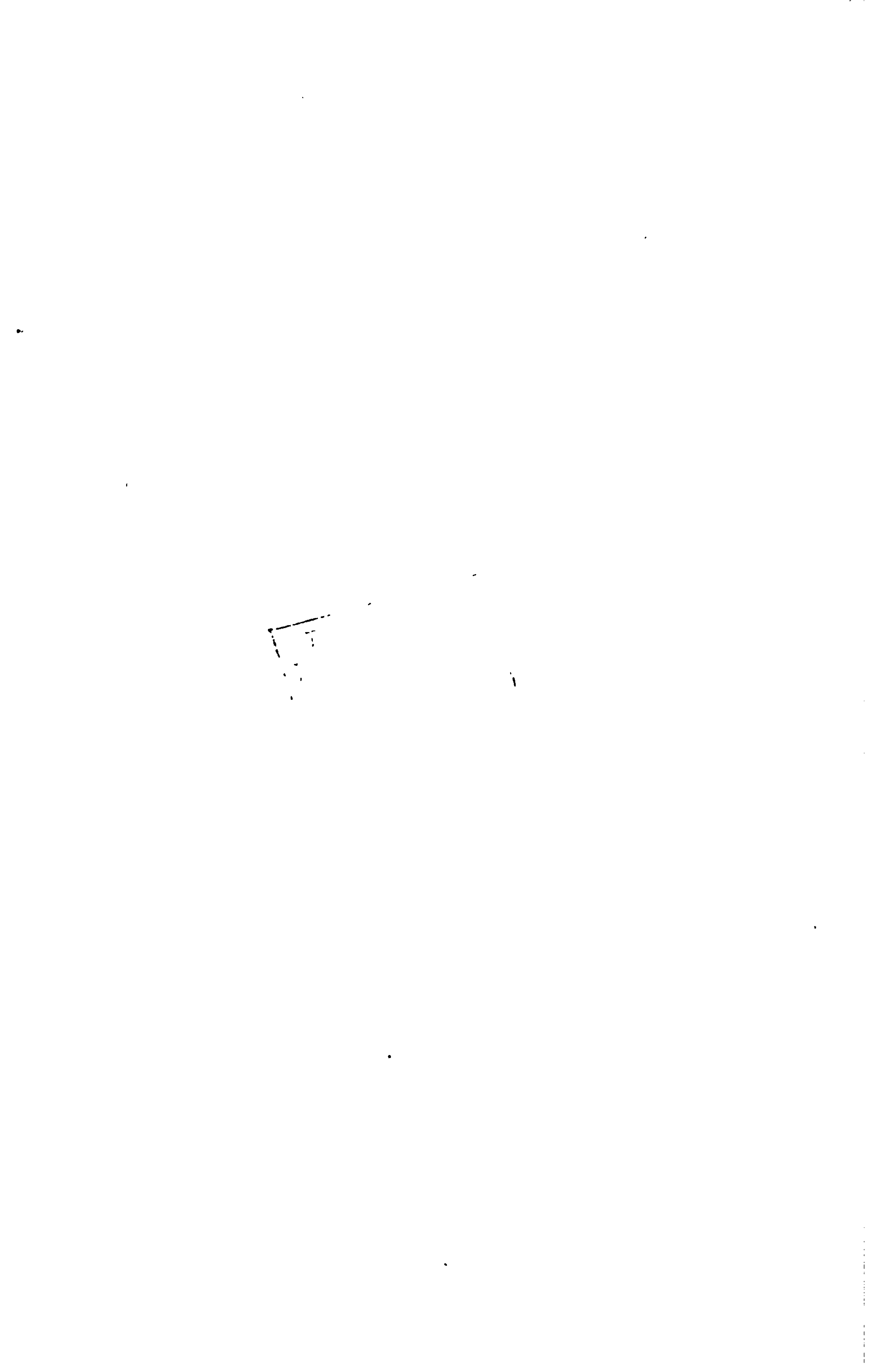
J. Strüver gez.



H. Baumhauer gez.



H. Baumhauer gez.



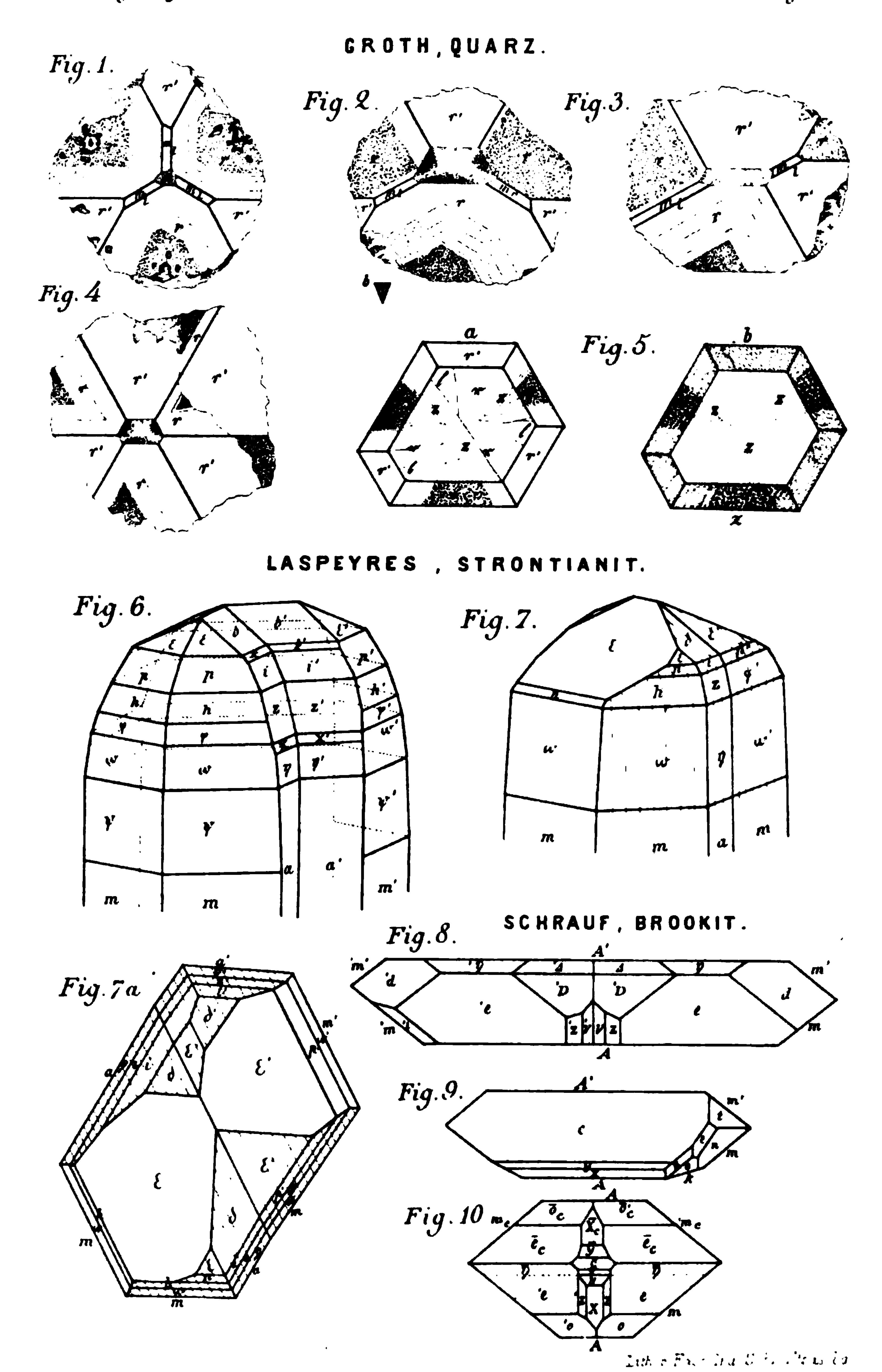

GROTH, QUARZ.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5.
LASPEYRES, STRONTIANIT.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 7a
SCHRAUF, BROOKIT.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10

Fig. 1

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

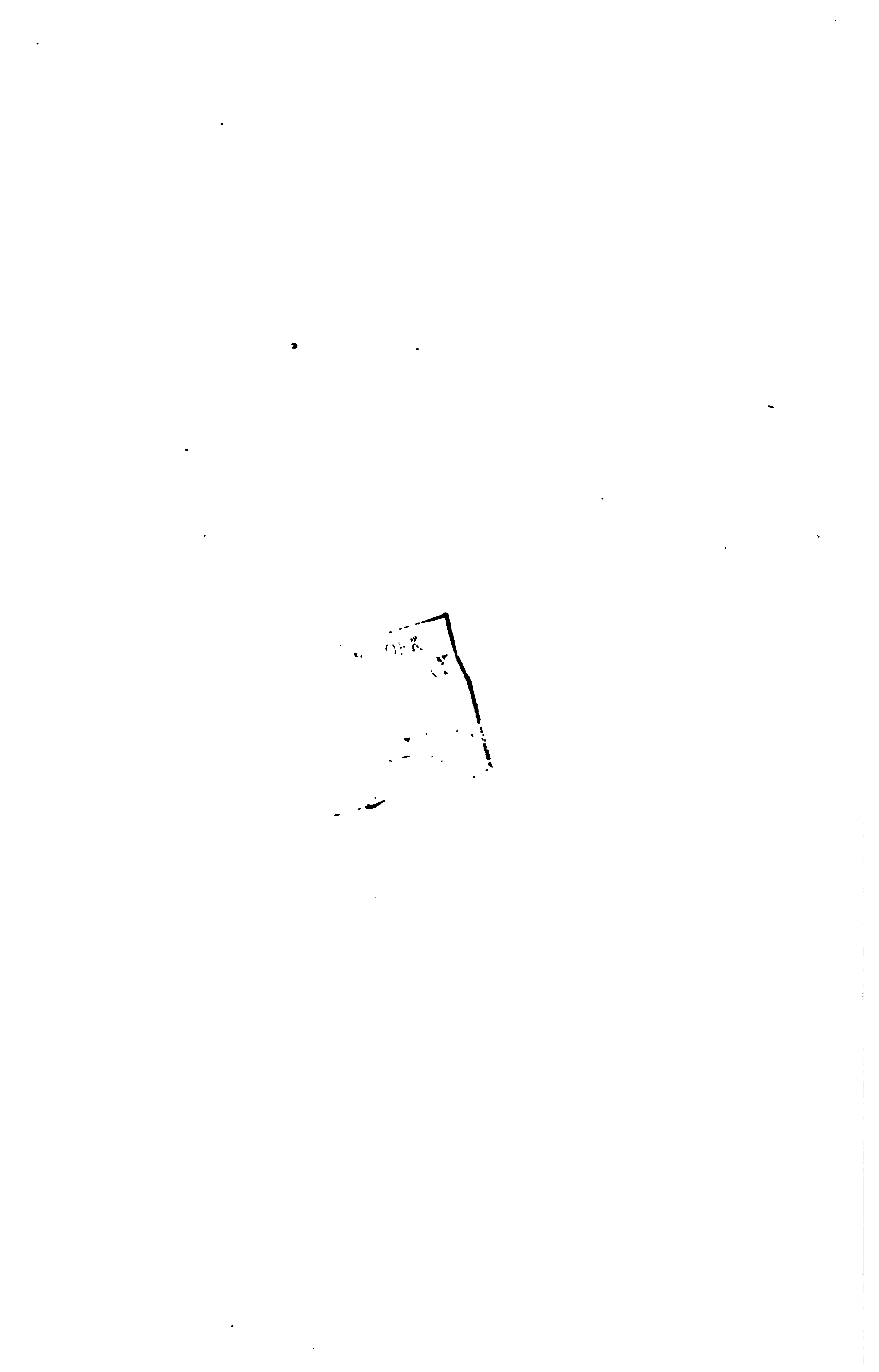
Fig. 6.

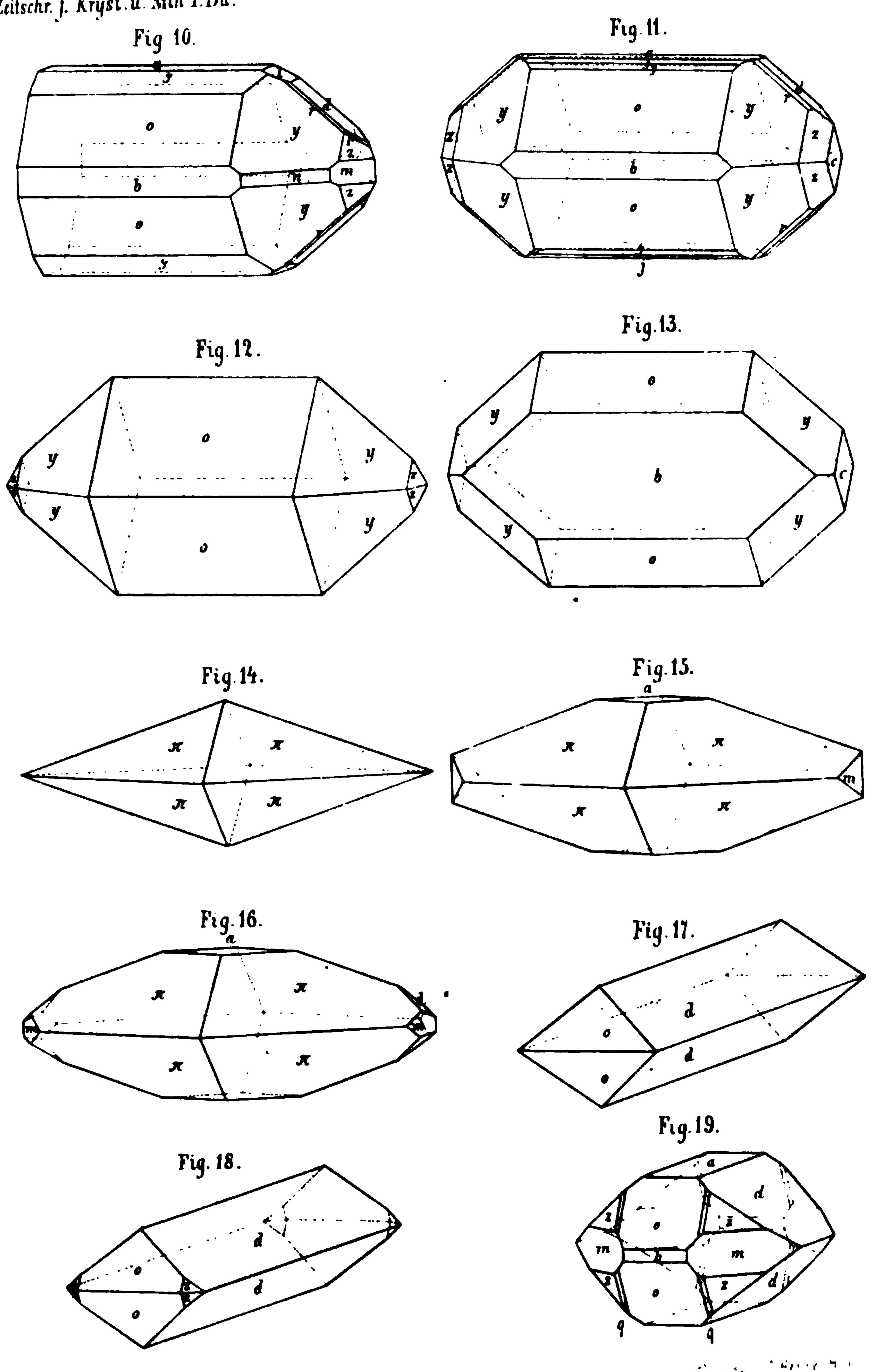
Fig. 7.

Fig. 8.

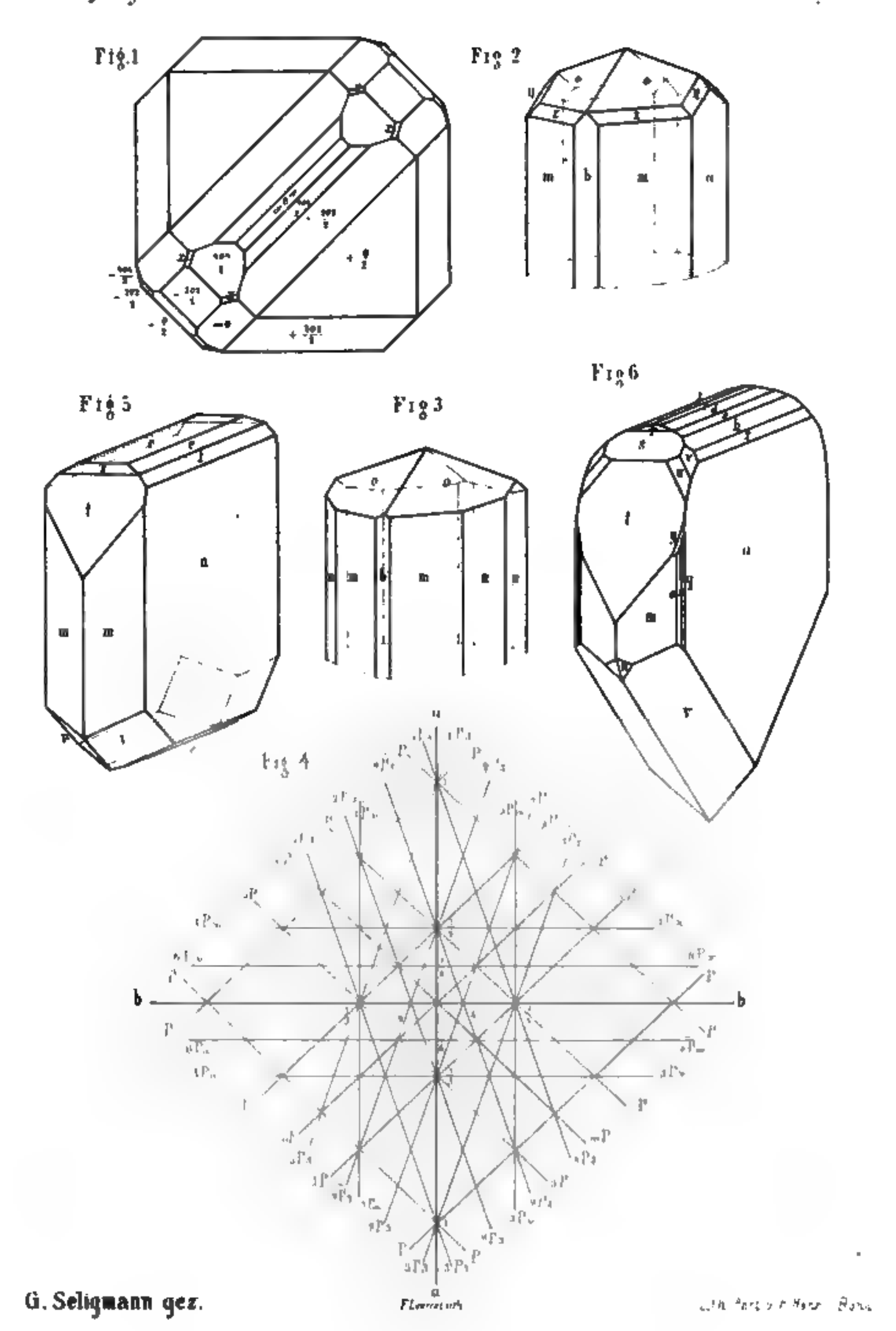
Fig. 9.

J. Krenner gez.





J. Krenner gez.



G. Seligmann gez.

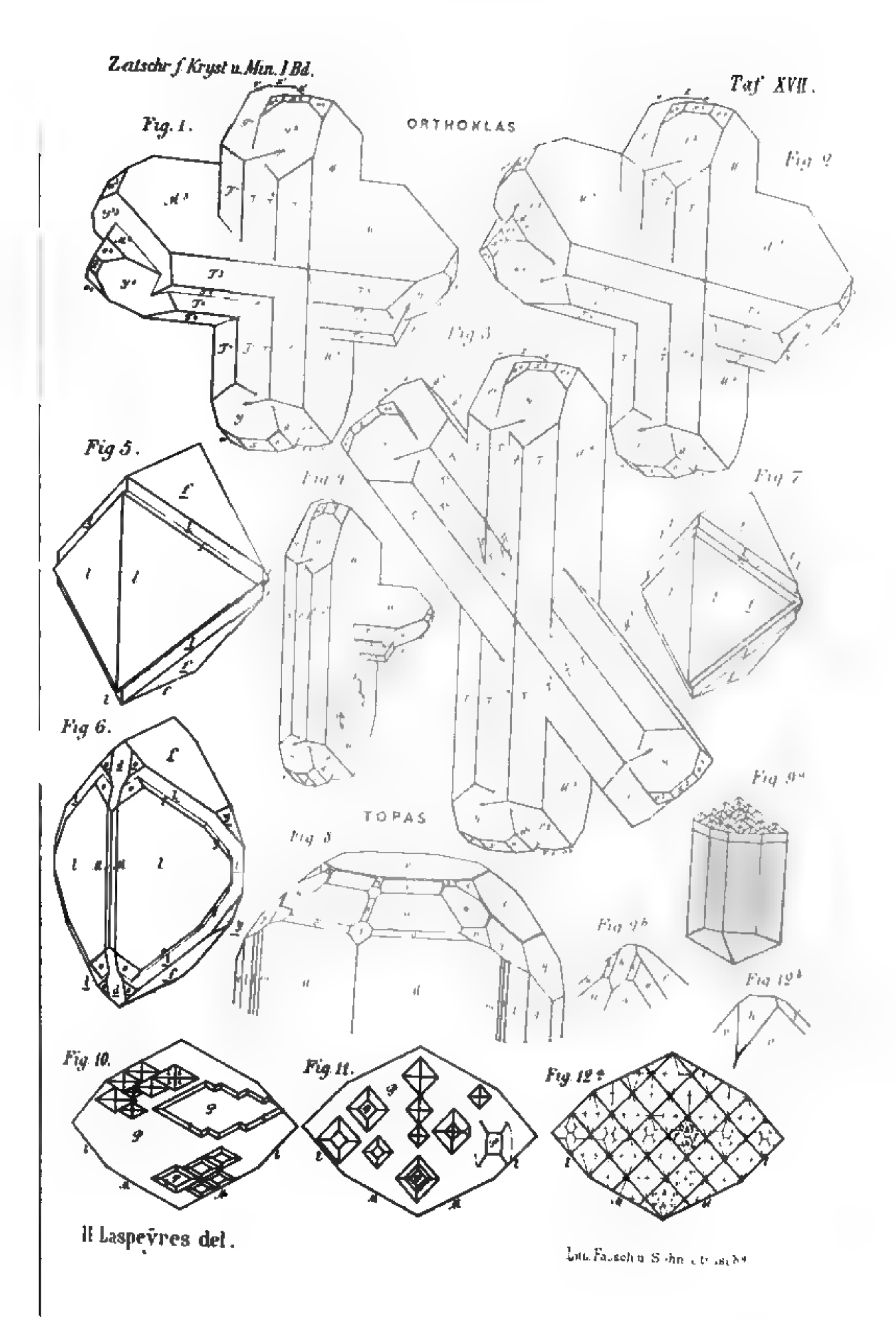

Zeitschr f Kryst u Min. I Bd.
Taf XVII.
ORTHOKLAS
Fig. 1.
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5.
Fig 6.
Fig 7
TOPAS
Fig 8
Fig 9a
Fig 9b
Fig 10.
Fig 11.
Fig 12a
Fig 12b
H Laspeyres del.



Fig 1

Fig 2

Fig 3

Fig 4.

Fig 5

Fig 8

Fig 6.

Fig. 7.

Fig. 10.

Fig. 11.

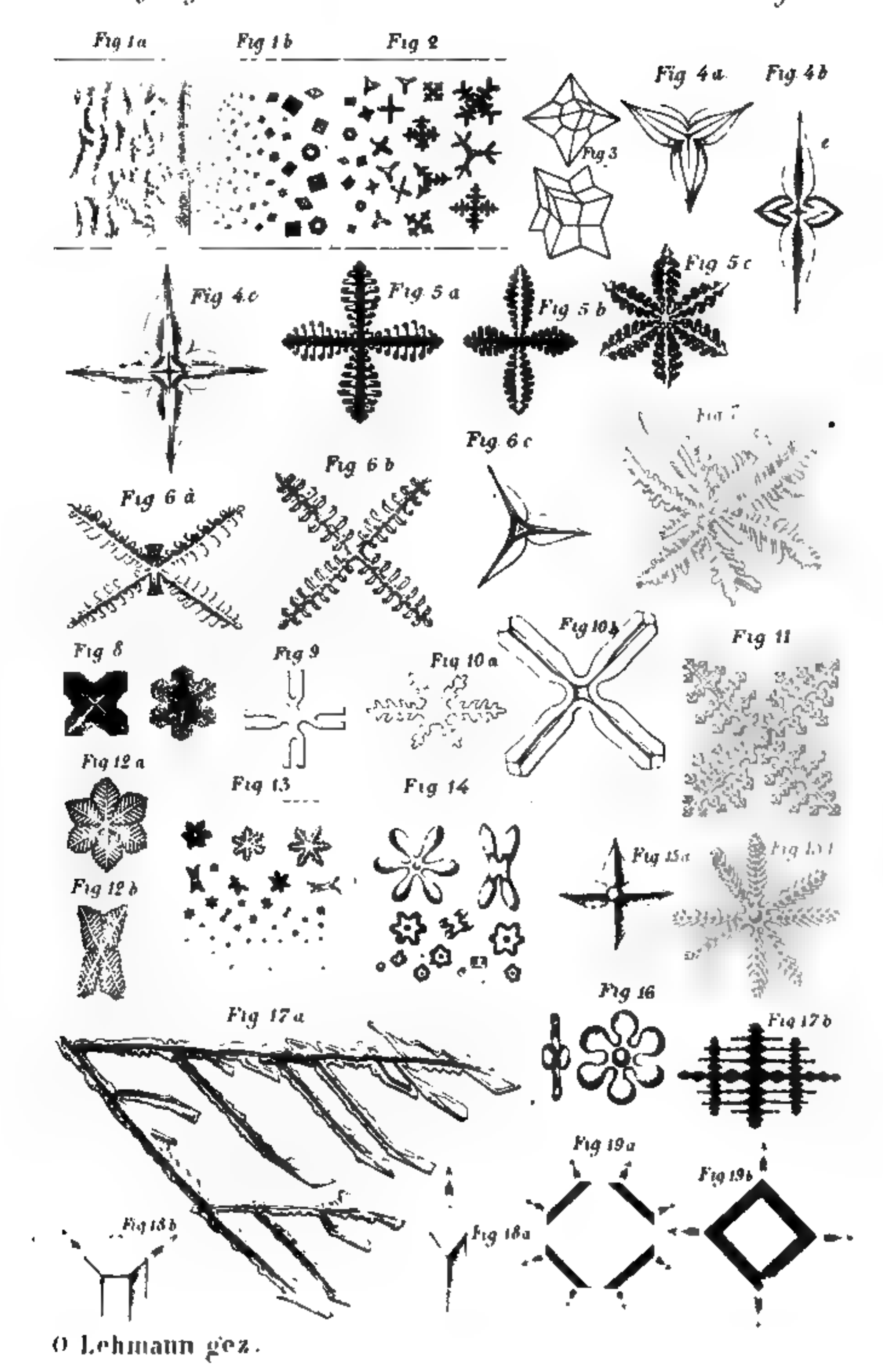
Fig 9.

Fig 12.

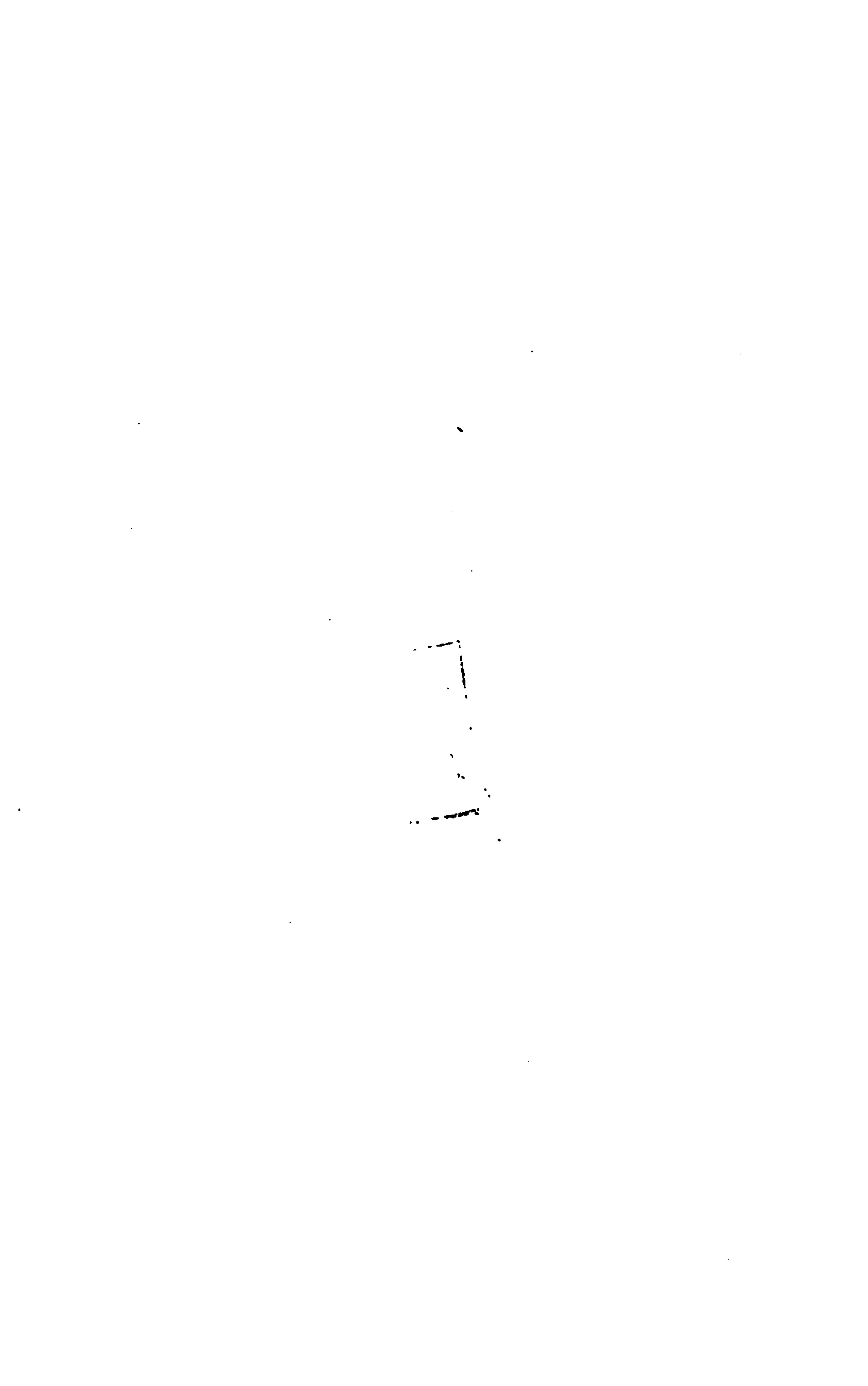
Striegau

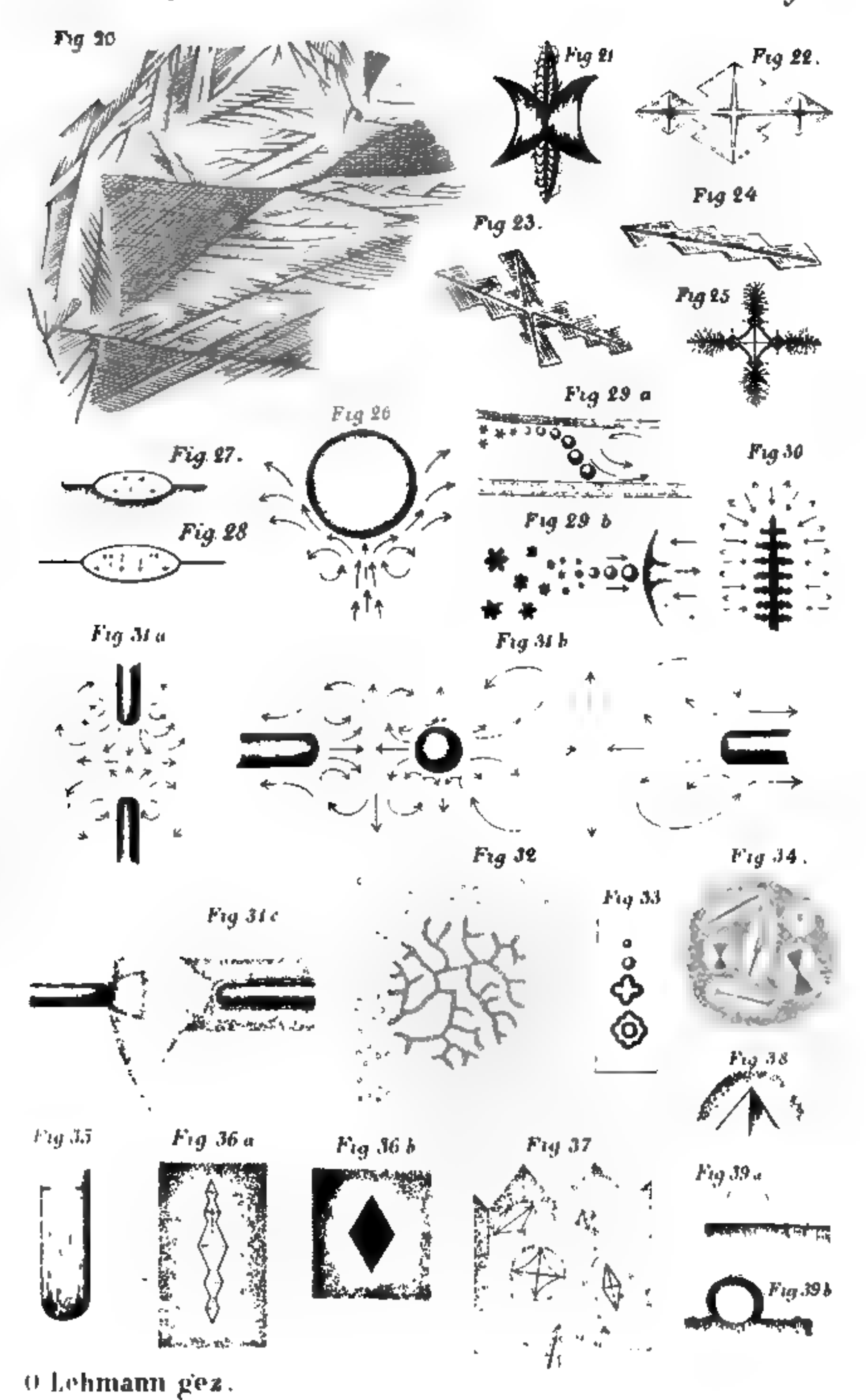
Konigshain

A.von Lasaulx gez.

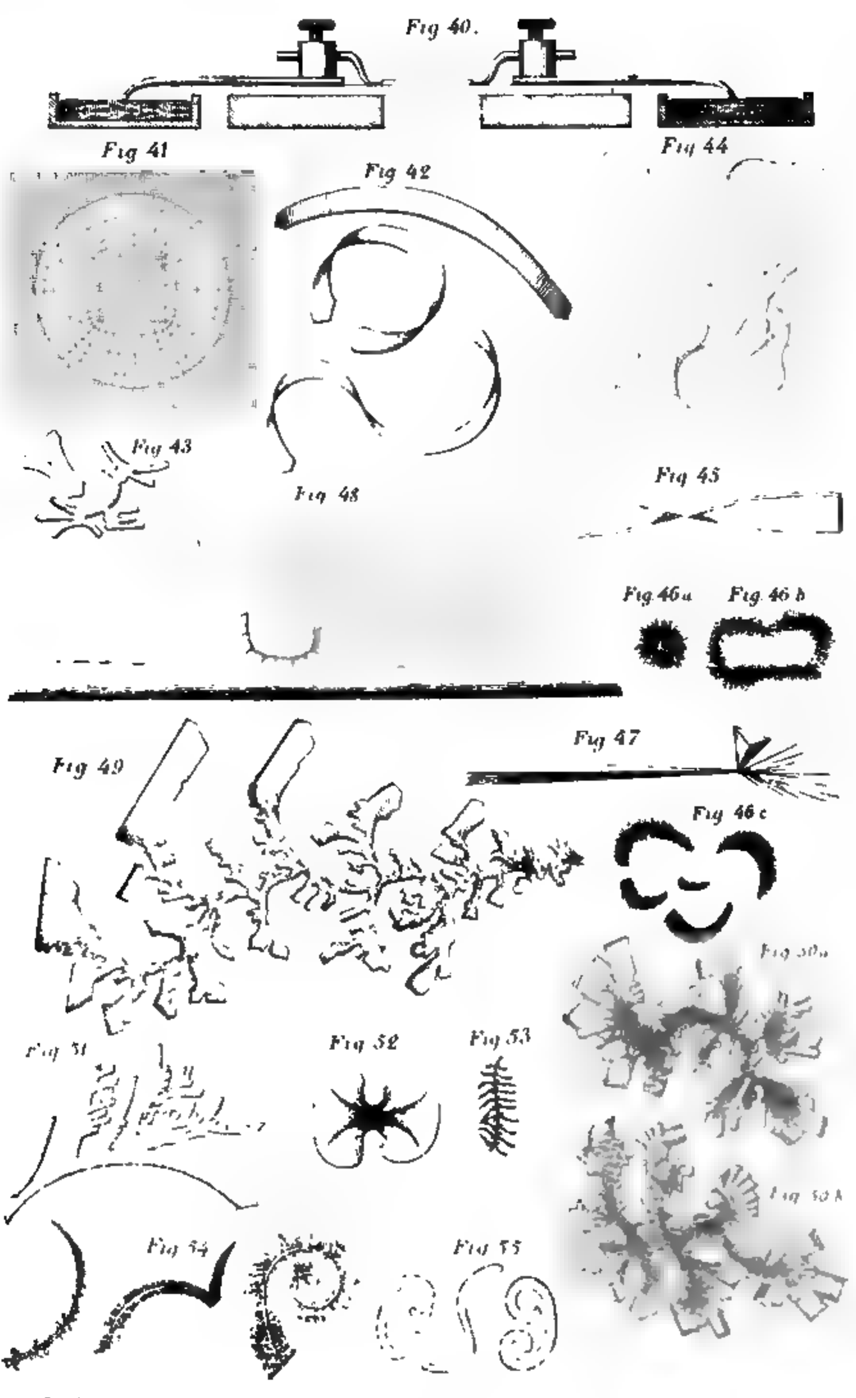


O. Lehmann gez.

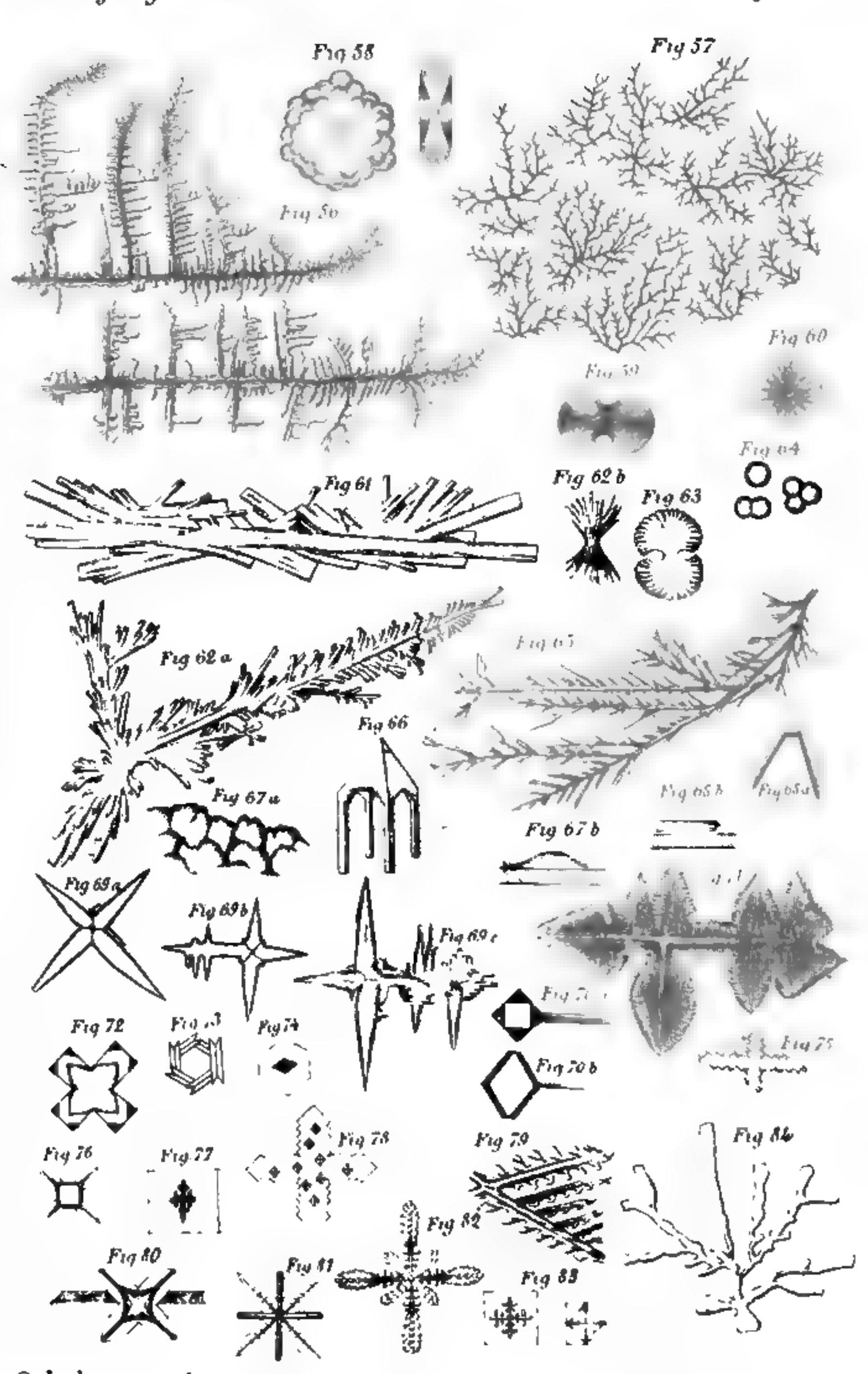




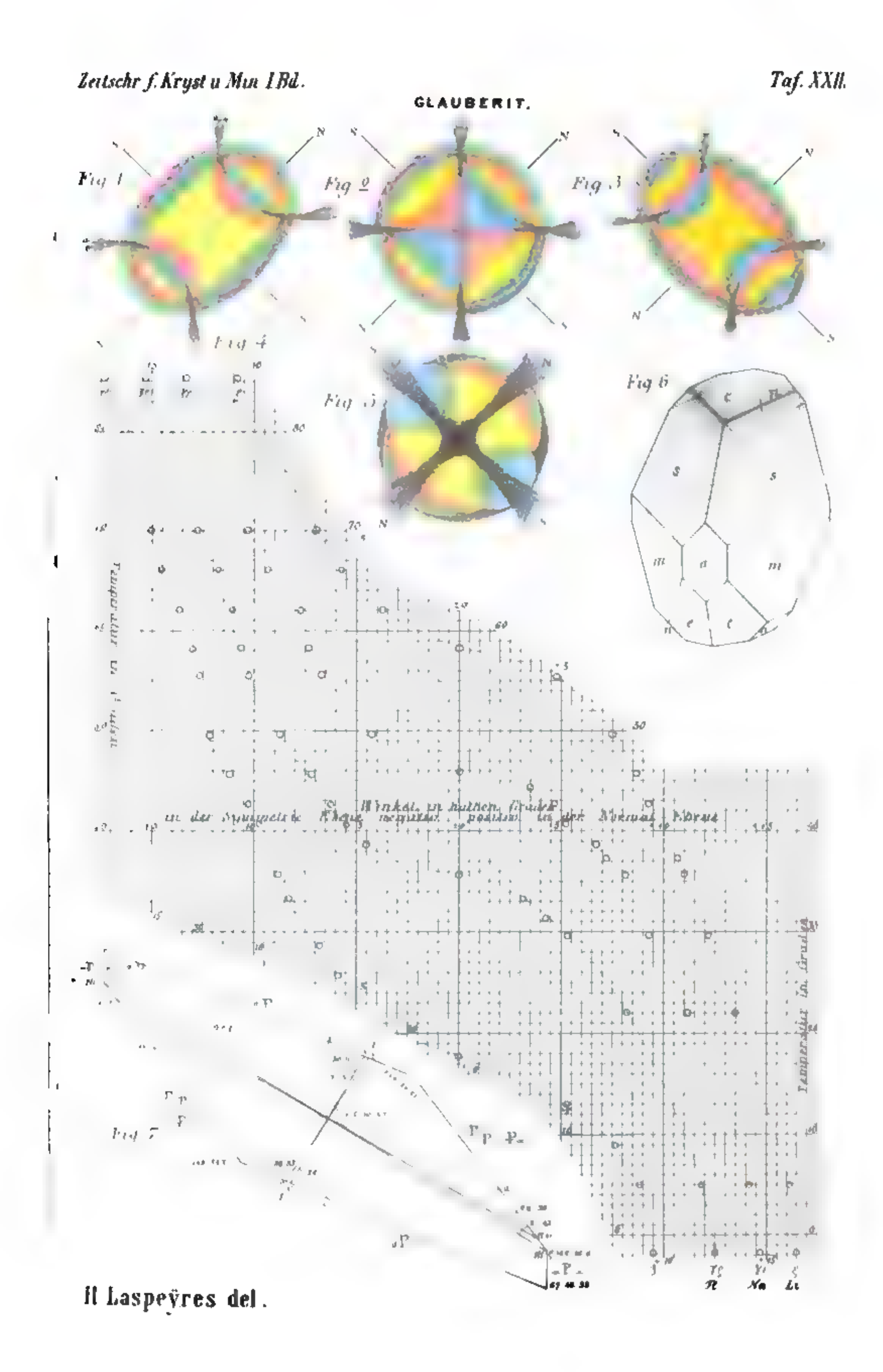
O. Lehmann gez.



O Lehmann gez.



O. Lehmann gez.



H. Laspeyres del.

Fig. 1.

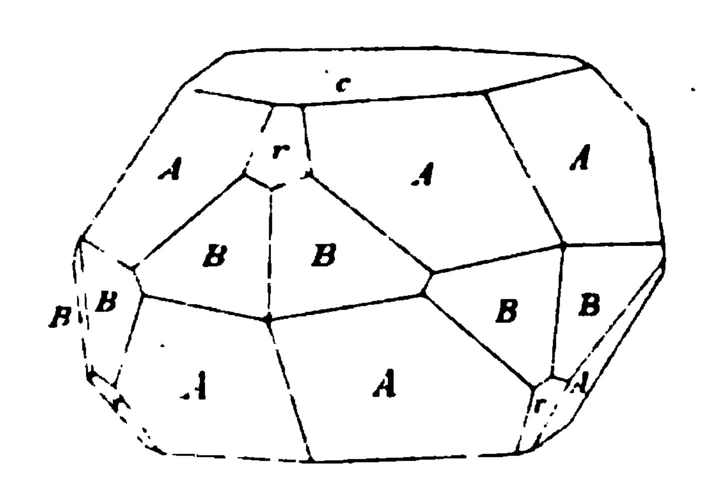


Fig. 2.

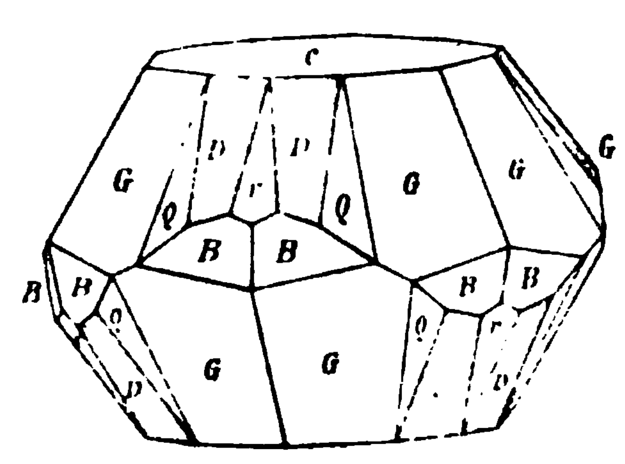


Fig. 3.

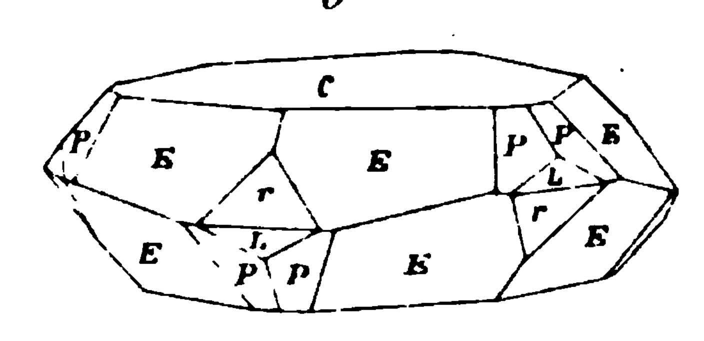


Fig. 4.

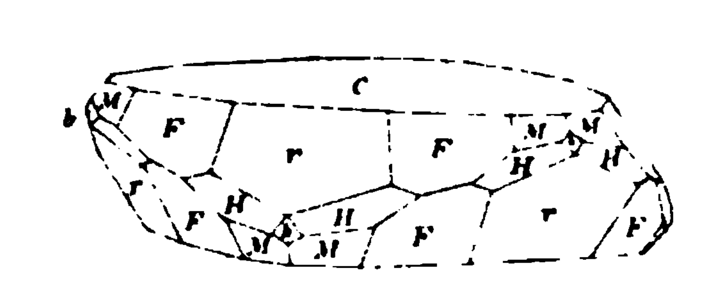


Fig. 5.

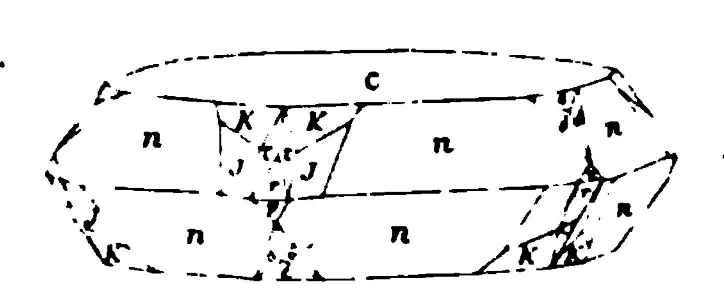


Fig. 6.

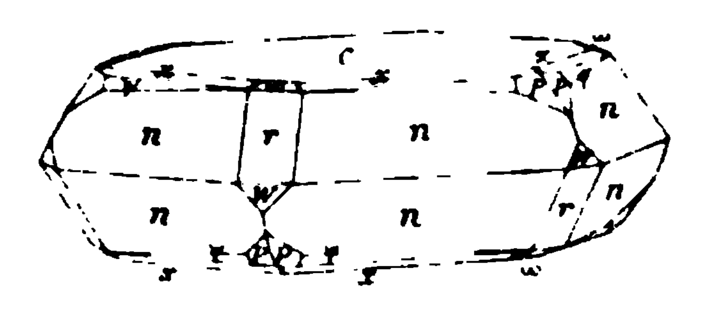


Fig. 7.

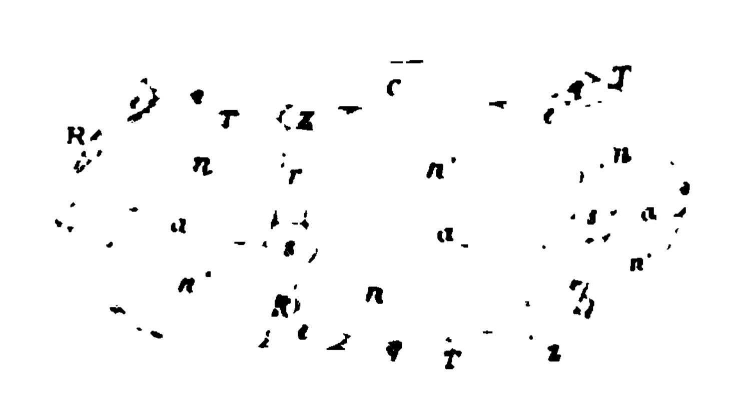
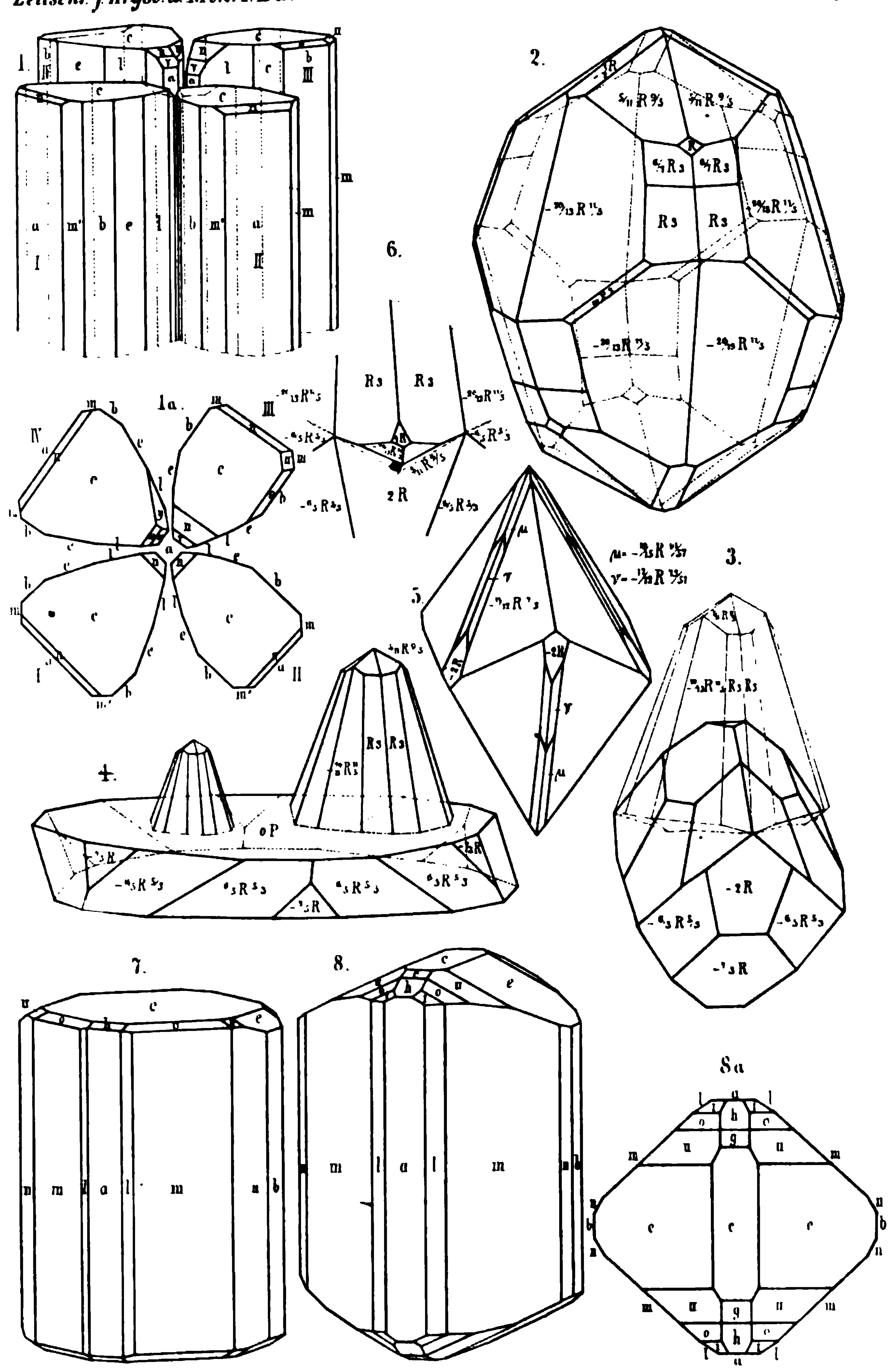


Fig. 8.



H. Bücking gez.



G. vom Rath del. F. Laurent lith. Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn.

HM

